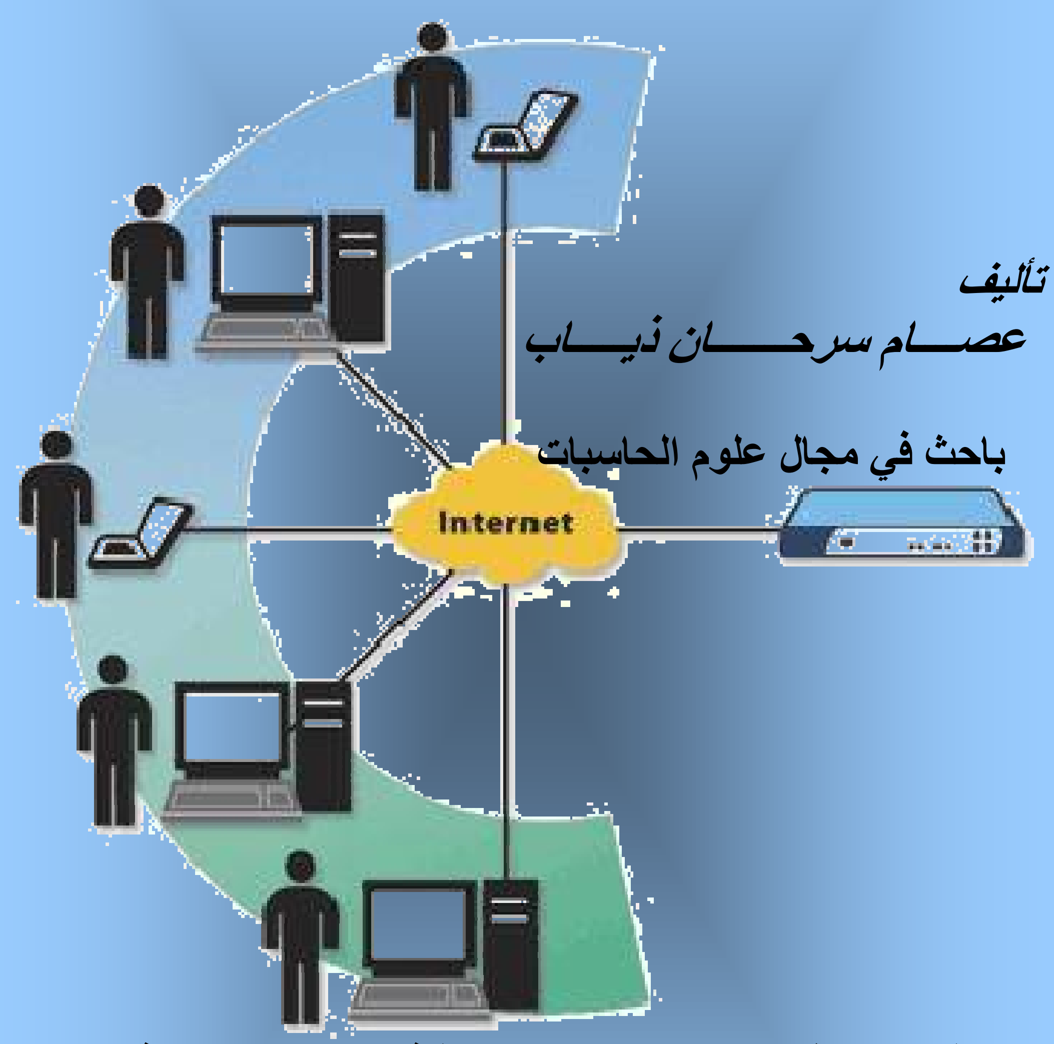
الإشارات في الاتصالات

Signals in communications



تأليف

عصـــام سرحـــــان ذيـــاب

باحث في مجال علوم الحاسبات

قم الإيداع في دار الكتب والوثائق العراقية ببغداد ٢١٩٨ لسنة ٢٠١١

Email: issam_art4@yahoo.com

المقدمة

ظهرت الحاجة إلى الإتصال منذ العصور البعيدة جدا و لقد إستطاع الإنسان إيجاد وسائل متعددة لتوصيل ما لديه من أفكار أو تبادل للمعلومات مع الآخرين ، و عندما إزداد إنتشار البشر على مساحات جغرافية كبيرة صارت الحاجة للإتصال ملحة أكثر، و كلما زاد تعداد المجموعات السكانية المختلفة كلما كان هناك ضرورة للإتصال ببعضهم ، و في العصور القديمة تم إستخدام وسائل بدائية مثل الدخان و النار و نقل الرسائل عن طريق الحمام الزاجل و الوسائل الأخرى ، و مع بدء الثورة الصناعية أصبحت الحاجة ملحة أكثر إلى طرق أسرع و أكثر دقة للإتصالات البعيدة، وهناك جاءت منظومات الإتصالات التي تستخدم إشارات كهربائية لنقل المعلومات من مكان إلى آخر عبر سلكين من النحاس ، و لقد وفر هذا الإسلوب حلا لمشاكل الإتصال للمسافات البعيدة وأصبح من الممكن نقل المكالمات الهاتفية و الإشارات التلغرافية .

و نال مجال الهندسة الكهربائية و هندسة الإتصالات بالذات إهتماما بالغا أثناء الحرب العالمية الثانية و أدى إلى ظهور العديد من التطورات عبر هذا العصر مثل ظهور الرادار و المنظومات الميكروية و الترانزستور و الدوائر المتكاملة و الأقمار الصناعية للإتصالات و الليزر .

و اليوم فإن منظومات الإتصالات تمتد عبر كافة ارجاء العالم تحمل إشارات الصوت و البيانات و الصورة مع العديد من المعلومات الأخرى المختلفة، و

أدى التطور السريع في صناعة الحواسيب و الإلكترونيات الدقيقة إلى تطـور الإتصالات ليس بين البشر فقط بـل أيـضا بـين الآلات ، و صـار تبـادل المعلومات بصورة أتوماتيكية أمر ميسر وسهل جدا، وهذا التبادل أصبح ممكنا بإستخدام الإشارات الرقمية و بسرعات عالية جدا حتى صار من الممكن نقـل كافة أنواع المعلومات و الإشارات عبر وسيلة إتصالات واحدة و تبادلها بـين المواقع المختلفة بصرف النظر عن المسافة الفاصلة بينهم .

كل هذه التطورات و الإستخدامات الواسعة لمعدات الإتصال و ظهور الشبكات على كافة المستويات يجعل من الإتصالات مجالا ذو أبعاد واسعة، حيث تم في عدد محدود من العقود الزمنية الرقي بخدمات الإتصال إلى المـستوى الـذي جعل معه الإتصالات بديلا للتنقل و مكن الإنسان أينما كان أن يكون على بينة بما يدور على كوكبه و كأن كل الكرة الأرضية مدينة واحـدة تعمـل بـشبكة إتصال واحدة و كل ما يحدث فيها معروض أمام سكانها كـل سـاعة و كـل دقيقة.

وفي هذا الكتاب اتمنى ان اضيف للقارئ العلمي وللطلبة المهتمين بهذا المجال معلومة اضافية اخرى تخدمهم في مجال الاشارات والاتصالات.

ومن الله التوفيق

المؤلف

الاشارات

الإشارة إحدى الطرق المستخدمة لنقل المعلومات من شخص أو مكـــان إلـــى آخر .تستخدم الإشارة عندما يكون الــصوت المباشـــر أو الاتــصال الكتـــابي المباشر مستحيلاً، أو غير مرغوب فيه. ونحن نستخدم الإشـــارة فـــي حياتنـــا اليومية؛ فإشارات المرور تتحكم في ســـير الـــسيارات عنـــد نقـــاط التقـــاطع المزدحمة، كما تدل الإشارات الضوئية في جهاز الحاسوب على تشغيله وعلى توقفه. وغالبًا ما يستخدم الأطباء البشريون وأطباء الأسنان إشـــارة بـــالجرس للدلالة على استعدادهم لمقابلة المريض التالي.

هناك ثلاثة أشكال للإشارة:

١- الكهربائية

٢- المرئية

٣- الصوتية.

وتستخدم وسائل متعددة كهربائية وآلية ويدوية لبث الإشارات. وقـــد طُـــوِّرت بعض النظم الشفرية العالمية مثل إشارات مورس العالمية والـــشفرة العلميـــة الدولية، وهي متشابهة في معظم أنحاء العالم ويمكن فهمها في أي مكان.

طرق الإشارة

استخدمت أشكال مختلفة من الإشارات المرئية والإشارات الصوتية منذ القِدم. واشتمل ذلك على إشارات الدخان وقرع الطبول وإشعال النار. أما الإشـــارات الكهربائية، فقد استخدمت لأول مرة في السنوات الأولى من القرن التاسع عشر الميلادي.

الإشارات المرئية والصوتية. مازالت لهذا النوع من الإشـــارات اســـتخدامات عديدة حتى الآن. وتُستخدم وسائل متعددة لبـــث الإشـــارات الـــصوتية منهـــا النواقيس والأجراس القرصية والمدافع والأبواق وصافرات الإنذار والصافرات اليدوية.

أما الإشارات المرئية فغالبًا ما تُستخدَم فيها الأعلام. ففي نظـــام الـــسيمافور يُستخدم علمان يدويان يحملهما المرسل في أوضاع مختلفة ليمثّـــل الحـــروف الألف بائية، وليرمز لمعان أخرى متعددة. أما الإشارة برفع العلم فتستخدم فيها الأعلام المعلقة الملونة، وتوضع على سواري السفن ومنها رباعي الأضـــلاع وثلاثي الأضلاع. وغالبًا ما يبعث البحارة بالرسائل بوساطة رفع العلم حـــسب الشفرة العلمية الدولية.

يمكن استخدام الضوء في الإشارات المرئية، فيمكن إجراء الإشارات الضوئية بالأضواء الملونة، حيث يرمز كل لون منها لمعنى معين وتُبث هذه الإشـــارات غالبًا إما بالوميض المتقطع أو بالبرق حسب نظـــام مُحـــدَّد، ويمكـــن إرســـال

الإشارات بعكس ضوء الشمس على المرايا. كما يعتبر اللون عاملاً مهمًا في الإشارة بالصواريخ النارية. وتستخدم وسائل متعددة للإشارة بالصواريخ النارية، منها الصواريخ والشُّعلات والدخان والخراطيم أو القذائف التي تطلق من المدافع. كما يمكن عمل الإشارات المرئية بوساطة حركات اليد والجسم، أو بوساطة وضع قطع من القماش على الأرض أو على أي سطح آخر.

الإشارات الكهربائية .يمكن بثها بطرق متعددة منها الراديو والرادار والتلفاز والهاتف والطابعة عن بعد والفاكسيميلي .وغالبًا ما تنقل الرسائل بوساطة مجموعة من هذه الطرق معًا.

ويمكن التعرف على وجود الأشياء وتعيين موقعها بدقة عن طريق إشارات الرادار. كما يمكن إرسال رسالة برقية أو أي رسالة أخرى عن طريق الطابعة عن بعد. ويمكن نقل معلومات الحاسوب بسرعة عالية عبر خطوط الهاتف. ويمكن أن تنقل أجهزة الفاكسيميلي نسخًا من الخرائط والصور والمواد المطبوعة. وتُستخدم أقمار الاتصالات لنقل الاتصال الكهربائي لأي جزء من العالم. وتستخدم الكبلات المتحدة المحور أيضًا لنقل أنواع من الاتصال الكهربائي.

الاستخدامات المهمة للإشارات

استخدمت الإشارات عبر التاريخ في مجالات متعددةمنها:-

الإشارات العسكرية .تستخدم الجيوش وسائل الاتصالات الحديثة مثل الراديـــو والرادار والهاتف والطابعة عن بعد والتلفاز. ويُستعمل الراديـــو فـــي غالبيـــة الأحيان، إلا أنه أقل وسائل الاتصالات ضماناً بسبب إمكان العدو التقاط موقـــع المرسِل. فإذا كانت السرِّية على جانب كبير من الأهمية يتم إرسال الرســـائل الراديوية بالشفرة.

تعتمد الجيوش أساسًا على الاتصالات الكهربائية، غير أنهـــا تـــستخدم أيـــضًا المراسلين والإشارات الصوتية والمرئية. وتتضمن الإشارات المرئية إشـــارات اليد والذراع والأعلام اليدوية واللوحات والأضواء والصواريخ الناريـــة. أمـــا الإشارات الصوتية فتشمل الأبواق والطلقات النارية والصافرات.

إشارات الطيران .تستخدم الإشارات الراديويـــة بـــين المحطـــات الأرضـــية والطيران، وتتعلق بتعليمات الإقلاع والهبوط وموقع الطائرات الأخرى وأخبار الجو، كما أن الاتصال الراديوي بين قباطنة سرب الطائرات في غاية الأهمية. وقد زُوِّدت بعض الطائرات بمحددات الاتجاه أوتوماتكيا أو بالبوصلة الراديوية لجميع الجهات، وهذه الأجهزة تمُكِّن الطيّارين من تحديد مواقعها فـــي جميـــع الأوقات .أما الرادار فيُستخدَم لإرشاد الطائرة لهبوط آمن في كافـــة الأحـــوال الجوية ومساعدتها على الهبوط على ظهـــر الحـــاملات وتوجيـــه الطـــائرات

العسكرية إلى أهدافها. وتشمل الإشارات المرئية المستخدمة في معاونة الطيارين، على المنارات وأنوار تحديد الموقع وأكمام الريح ونظم أضواء الاقتراب في المطارات.

الإشارات البحرية .تستخدم كل من السفن التجارية والسفن الحربية أنواعًا متعددة من الاتصالات الكهربائية. ويستخدم الراديو بشكل أوسع في الاتصال بين سفينة وأخرى، وفي التحكم في الطائرات التابعة للسلاح البحري. كما تربط شبكات الراديو والطابعة عن بعد السفن في البحر بالمحطات الأرضية. ويساعد الرادار في الكشف عن مواقع السفن، كما يمكن أيضًا كشف مواقع الغواصات المعادية، ومواقع الألغام المتفجرة بوساطة جهاز سبر بالصدى يسمى السونار.

تعتبر الأضواء والأعلام الملوِّحة ورافعات الأعلام من أكثر وسائل الإشارات المرئية استخدامًا في البحار. أما الإشارات الصوتية فتشمل النبائط الكهربائية المصدرة للصوت والنواقيس والأجراس القرصية والصافرات الموضوعة على الطافيات والتي تعمل عن طريق حركة البحر. هذه الأضواء والإشارات الضبابية المثبتة فوق المنارات والمنارات العائمة والطافيات كلها أجهزة تحذير تفيد باقتراب السفن من الأرض أو من أشياء مُخبأة خطرة.كما يُستخدم الضوء في شكل أنوار تحديد الموقع على السفن وإشارات الأنوار الكاشفة. وهي تعمل بالومض كإشارات لطلب النجدة. ويستخدم البحارة المرايا الملوحة ورافعات الأعلام لإيصال المعلومات للسفن القريبة.

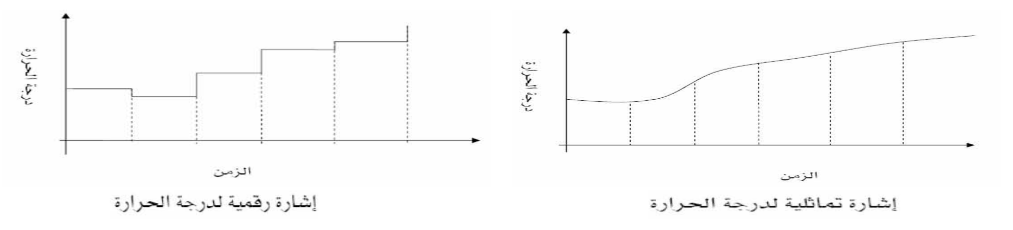
إشارات الاستغاثة .تستطيع السفن والطائرات إرسال إشارات للاستغاثة مُتَّفَــق عليها دوليًا. ومن أشهر هذه الإشارات إشـــارتا الاســـتغاثة إس أو إس SOS الراديوية الشفْريّة المستخدمة في البحار التي تعني أنقذونا والإشارة اللاســـلكية الصوتية ماي داي في الجو. ومن أنواع الإشارات الأخرى المستخدمة لطلـــب النجدة إطلاق أعيرة نارية على فترات متباينة قصيرة، واستخدام الـــصافرات الضبابية دون انقطاع، وإطلاق الأسهم المضيئة والقنابل المضيئة، واســـتخدام الإشارة العلمية الدولية ن س(NC) كل هذه الوسائل يمكن أن تستخدم فردياً أو مجتمعة.

النظام الرقمي والتماثلي

الإشارات الكهربائية

الإشارات الكهربائية التماثلية (Analogue): التي تتغير بطريقة مستمرة مع الزمن

الإشارة الكهربائية الرقمية (Digital) التي تتغير بطريقة متقطعة مع الزمن



إشارة رقمية لدرجة الحرارة — إشارة تماثلية لدرجة الحرارة

النظام الرقمي والتماثلي: الفرق بين النظام الرقمي والتماثلي هو نوعية وهيئة الإشارة المتعامل معها من حيث سعتها أو قيمتها وكذلك من حيث الزمن الذي تشغله. فالإشارة التماثلية يمكن أن تأخذ أي قيمة في زمن مستمر وغير متقطع بينما الرقمية لا تأخذ إلا إحدى القيم المتعارف عليهما في النظام الواحد وفي أزمنة مستمرة أومتقطعة. وتم الاستفادة من تعريف الإشارة الرقمية بحيث تم إنشاء أنظمة لا تتعامل إلا مع كميتين متعارف عليهما ويتم تحويل أي إشارة تماثلية إلى رقمية بواسطة تقنية وإجراءات معينة وباستخدام ما يسمى المبدل التماثلي الرقمي وهذه الطريقة فتحت العديد من المجالات وسهلت الأنظمة مع التطور الذي يحدث في الصناعات الإلكترونية.

أشهر الأنظمة الرقمية تعتمد نظام العد الثنائي وذلك خاصة في الحواسب والأجهزة الالكترونية

ببساطة شديدة جدا الاشارة التماثلية)(Analog Signal هى الاشارة ذات قيم متصلة مع الزمن Continous مثل الموجة الجيبية مثل مقياس لدرجة الحرارة على مدار اليوم بالكامل قيمة الجهد أو التيار أو ....إلخ أما الاشارة الرقمية فهى إشارة متقطعة مع الزمن Discrete بمعنى اننا لو أخذنا درجة الحـــرارة على مدار اليوم كل ساعة مثلا تعتبر قيم متقطعة وليست مستمرة ويتم تحويـــل الاشارات التماثلية الى اشارات رقمية عن طريق

Analog to Digital Converter ويمـــر بمجموعـــة مـــن المراحـــل:

1- Sampling وهى تقطيع الاشارة التماثلية

2- Quantization تقييم أو تكميم أى تقسيم الاشارة التى تم تقطيعهـــا الـــى مجموعـــه مـــن المـــستويات Quantization Levels علـــى حـــسب نـــوع ال Quantizeالذى نستخدمة ممكن يكون مستويين أو ثلاثة.

3- Digitizationأو وضع الإشارة الى مجموعة من ال Digits وهى 0أو 1 ويمكن تحويل الإشارات الرقمية الى إشارات تماثلية عن طريق

Digital to Analog converter

الاشارة التماثلية (Analog Signal)هو التعبير عن قيم الإشارة بشئ ما متغير القيمة مثل جهد متغير او تيار او ضغط هواء كما بالصوت او درجة حـــرارة الخ

الاشارة الرقمية(Digital Signal) هو التعبير عن قيم الإشارة بأعداد – هــذه الأعداد يوضح يوسيط مثل الجهد او الضوء او غيرة يتغير بين قيمتين ثــابتتين فقط كان يكون مطفئ او منير او يوجد جهد او لا يوجد وهكــذا وتــستخدم ٤ وحدات للحصول على الأعداد من9–0

الاشاره التناظريه

الإشارة التناطرية analog Signal

حيث يتم تحويل المعلومات (صوت، صورة ...) إلى إشارات كهربائية متصلة و متغيرة تبعا لتغير المعلومات الأصلية، عادة ما يتم تحميــل الأشــارة علــي إشارة حاملة؟ (Carrier) فيما يعرف بتمثيــل الإشــارة (modulation) ثــم إرسالها عبر الكوابل بأنواعها أو في الفضاء .

و من أمثلة الإشارات التناظرية المشهورة إشارة المذياع (الراديو) و التلفزيون العادي و هناك عدة طرق لتمثيل الإشارة (Modulation) منها

- Amplitude Modulation (AM)a
- Frequency Modulation (FM)f
- Phase Modulation (PM)p

الإشارة الرقمية Digital Signal

و هي عبارة عن عملية تقريب للإشارة التناظرية و تعبير عنها بقيم رقمية غير متصلة، و يتم ذلك من خلال أخذ قيم عينات (Samples) من الإشارة

التناظرية خلال فترات زمنية محددة (sampling) و يتم التعبير عن قيم العينات بصورة أرقام ثنائية (binary codes) فيما بعرف بأسم (quantization)

و مثل الإشارة التناظرية، فإنه يوجد عدة طرق لتمثيل (modulation) الإشارة الرقميةDigital

<u>اللغة الرقمية Digital language</u>

الاشارة الرقمية(Digital Signal) هو التعبير عن قيم الإشارة بأعداد – هـذه الأعداد يوضح يوسيط مثل الجهد او الضوء او غيرة يتغير بين قيمتين ثابتتين فقط كان يكون مطفئ او منير او يوجد جهد او لا يوجد وهكـذا وتـستخدم ٤ وحدات للحصول على الأعداد من ٠-٩

أصل إشارة التلفزيون هي إشارة نظيرة , Analog signal لأنهـا تـستعمل التغيرات في التيار الكهربائي، لتنتج صورة نظيرة Analog image للصورة التي تقوم الكاميرا بتصويرها . فإشارة الفيديو التي تتولـد بواسـطة أنبـوب الكاميرا Bick up tube هي إشارة متغيرة مستمرة ، حيث يتطابق أتساع هذة الإشارة مع مستوى نصوع الصورة لنقط كل خط تقوم الكاميرا بمسحه ، ومع إن معظم إشارات الفيديو هي إشارات نظيرة , analog signals إلا انه مـن الممكن تحويلها إلي إشارات رقمية . Digital signals ويتم هذا عن طريـق تحليل الإشارة إلي سلسلة من مستويات الجهد المحددة ، تحـدث واحـدة وراء الأخرى . تماما كما يتم تحليل منحني مرسوم إلي سلسلة من النقط لهـا قيمـة

محددة ، كذلك التغيرات في أتساع إشارة الفيديو من الممكن تحليلها إلي سلسلة من مستويات الجهد المحددة . وتعتمد قابلية إنتاج شكل المنحني علي عدد النقط المختارة عليه لتعبر عن شكلها.

وفي اللغة الرقمية ، وعند تحويل شكل الموجة wave form من الإشارة النظيرة analog signal إلي إشارة رقمية digital signal يتم تجزئتها إلي أجزاء samples عدة مرات في الثانية . وكل جزء له مستويين ثابتين

أى إما " On "أى "١" ، أو "Off " أى "٠" ومفتاح الرقمية هي ترجمة كل المعلومات في كلمات تحتوي علي"١" و "٠" أى "Off "و "On"

أى تحويل كل شئ إلي أرقام ثنائية مزدوجة . Binary numbers ولأن الأرقام الثنائية تتكون من رقمين

عشريين "١" و "٠" لذلك فعند العد من صفر إلي عشرة مثلا من الممكن أن يسير هكذا :

" 0000,0001,0010,0011,0100,0101,0110,0111,1000,1001, 1010 "

وعند توصيل نظام العد الثنائي بالإشارة الالكترونية يستطيع الفنان التليفزيونى أن يصنع المعجزات . فعندها يستطيع أن يحول كل المعلومات المسجلة إلي أرقام ثنائية ويتلاعب بها عن طريق دوائر كهربائي معقدة بواسطة On/Off Switches.

والإشارة الجزئية Individual signal أى ("١" أو "٠") تسمي بت bit وهي

أصغر وحدة في الأرقام الثنائية , Binary digit وجميع أنواع الكمبيوتر تعمل بكلمات من ثماني بت. eight bits وتسمي "bytes " وبواسطة هذه الثمـــاني بت , Eight bits هناك ٢٥٦ قيمة مختلفة وجميع أجهزة الكمبيوتر صـــممت بحيث انه يمكن نقل الثماني بت , Eight bits علي الأقل في نفـــس الوقـــت ، وهو ما يسمي النقل المتوازي . parallel transmission

<u>**التحويل من إشارة تناظرية إلي إشارة رقمية**</u>

وهكذا أستطيع أن أخلص أن تحويل شكل الإشارة النظيـــرة analog wave form signalإلي إشارة رقمية , digital signal يتم عن طريـــق تجزيئـــي samplingالإشارة النظيرة analog signal عدة مرات في الثانية ، وتعتمد مدي نقاء ونوعية إشارة الفيديو الرقمية علي معدل التجزيئي"sampling rata " وعموما فإن " معدل التجزيئي هو أكثر من ١٢ مليون مرة في الثانية " . ففـــي كل مرة تجزئ الإشارة فإن مستوى جهدها يجب أن يترجم إلي كلمـــة رقميـــة مكونة من ٨ بت ٨ bit digital wordحتى يمكن نقلها . وكل كلمـــة رقميـــة تعبر عن قيمة مستوى نصوع brightness level من المستويات ٢٥٦ ، ولها رقم كودي معين يمثلها . وفي هـــذه الحالة فقط يتم تقسيم كل إشارة الفيديو إلي أرقام كودية ثنائية ، والتي هي فـــي النهاية تمثل تماما الصورة الأصلية.

الصورة الرقمية تماثل تماما الصورة الأصلية

أشكال إشارة الفيديو الرقمية:The forms of digital video signals

هناك شكلين من أشكال إشارة الفيديو الرقمية:

أ- الإشـــــارة المركبـــــة الرقميـــــةComposite digital signal

وهي تتضمن معلومات اللون , Color information ومعلومـــات النـــصوع brightness or luminance informationمعا . تماما مثلما يحدث فـــي إشارة الفيديو النظيرة المركبة . Composite analog signal ولـــذلك يـــتم الحصول علي الإشارة الرقمية المركبة من تحويل الإشارة النظيرة المركبة .

ب- الإشارة المنفصلة الرقميةComponent digital signal

وفيها تنفصل كل من معلومات اللون Color information عـــن معلومـــات النصوع , luminance informationلذلك يجب أن يكـــون هنـــاك سلـــسلة منفصلة من البت Separate series of bits لمعلومات الألوان ، ولكن من الممكن أن يكون معدل التجزيئي sampling rateالمطلوب لمعلومات الألوان، أقـــل مـــن معـــدل التجزيئـــي المطلـــوب لعنـــصر النـــصوع luminance Component .

خط سير إشارة الفيديو باستعمال الكود الرقمي :

حتي نتعرف على طريقة التعامل مع الإشارة الرقمية علينا أن نعرف مصدرها وكيفية التعامل معها ثم كيفية تسجيلها تدخل إشارة الفيديو النظيـــرة analog video signalإلي المحـــول . the analog to digital converter وفـــي داخل المحول يتم تحويلها إلي إشارة رقمية , digital signal وهـــي النـــوع

الوحيد من الإشارة الذى يمكن قراءته بواسطة ذاكرة البحث العشوائي random access memory RAMلشبكة تخزين الكادر frame store network .وهذه الذاكرة تسمح بتعديل حجم ومكان إشارة الفيديو عن طريق تغير ترتيب ، وسرعة قراءة المعلومات المقروءة , out put" reading " والمكتوبة writing " in put " في الذاكرة.

وهذه الإشارة التي تم تعديلها من الممكن أن تدخل مرة أخرى إلي محول عكسي , the analog to digital converter ليتم تحويلها مرة أخري إلي إشارة نظيرة , analog signal حتى يمكن تسجيلها علي شريط فيديو ، ليصبح من السهل مشاهدتها أو إرسالها على الهواء.

التحويل من إشارة نظيرة إلي إشارة رقمية وتخزينها والتلاعب بها ثم تحويلها مرة أخري إلي إشارة نظيرة.

ب- فوائد الإشارة الرقمية

Advantages digital signal

لنعرف لماذا نقوم بكل هذا المجهود في التحويل من الإشارة النظيرة analog signalإلي إشارة رقمية digital signal ثم التحويل مرة أخري إلي إشارة نظيرة . analog signal

analog signal----------- digital signal---------analog signal

يجب أن نعرف أولا أن الفائدة التي نجنيها من هذا :

أولا : من غير المحتمل أن تشوه أو تقل جـــودة الإشـــارة الرقميـــة digital signal ,كما يحدث في الإشارة النظيرة . analog signal فكل مرة يتم فيها إعادة تسجيل الإشارة النظيرة تتزايد كمية التـــشويش noiseالمـــضافة علـــي الإشارة . ولكن هذا غير صحيح بالنسبة للإشارة الرقميـــة , digital signal فعند التحول إلي on فهي on وعند التحول إلي off فهي , off ولـــيس هنـــاك مساحة رمادية بينهم حتي يحدث التشويش . فأي نظام رقمي سمح بـــ ٢٥٦ مستوى من النصوع علي مدى أتساع الموجة لأى إشارة يستطيع أن يصل إلي دقة تعادل ٥٦ ديسبل ٥٦ DBفي معدل نسبة الإشارة إلي التشويش signal to noise ratio .وهو ما يعني أن النقاء والجودة للإشارة الرقمية تظل كما هي مهما كانت عدد المرات التي يتم تسجيلها أو التلاعب بها . وهكذا فالإشـــارة الرقمية يمكن إعادة تشغيلها من جديد بواسطة الكود الرقمي، بدلا من إعادة نقل الإشارة النظيرة . analog signal ولذلك فمن السهولة استعمالها في حـــالات المونتاج التي تحتاج إلي العديد من مرات النسخ وإعادة التسجيل، والذي يكون مطلوبا في عمل المؤثرات المركبة .

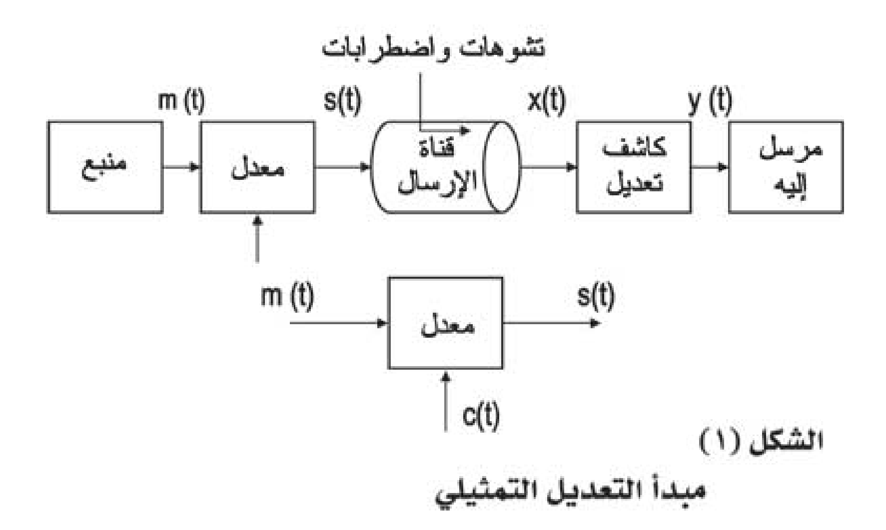
ثانيا : الإشارة الرقمية تمكنا من التخزين ، والتعامل مع , ثم استرجاع عددا لا يحصي من معلومات الفيديو في مساحة ذاكرة صـــغيرة نـــسبيا . (RAM) وكلما كبرت الذاكرة ، كلما زادت قدرة المونتير علي التلاعب بالإشارة الرقمية في احتمالات مختلفة وبأكثر الطرق تعقيدا . بل ومن الممكن أن يـــتم البحـــث العشوائي random accessلأى جزء من أجزاء الصورة الواحدة ليتم تغييره وتعديله وتخزينه مرة ثانية بدون التأثير علي بقية الأجزاء.

ثالثا : الإشارة الرقمية تمكن المونتير من التلاعب بالفيديو بطريقة كـــان مـــن المستحيل استعمالها باستخدام الإشارة النظيرة . analog signal فإن وحدات مؤثرات الفيديو الرقمية digital video effects DVE units من الممكن أن تنتج مؤثرات فيديو ، كانت إلي وقت قريب لا يمكن تنفيذها إلا باستعمال الفيلم السينمائي وآلة الطبع البصريOptical printer

تعديل الإشارة

تحوّل بوساطة تعديل الإشارة signal modulation إشارة m(t) التـــي تسمى الإشارة المعدِّلة modulating إلى إشارة s(t) وتسمى الإشارة المعدَّلة modulated وتكون موائمة لقناة الإرسال. ويعمل كل معدل وفـــق منهجيـــة معرفة تربط القيم المميزة للإشارة المعدَّلة بالقيم الآنية للإشارة المعدِّلة.

التعديل التمثيلي analog modulation



الشكل (١)

مبدأ التعديل التمثيلي

طورت تقنيات التعديل التمثيلي انطلاقاً من معالجة موجة جيبيـــة تـــسمى الحامل carrier معرفة بالعلاقة:

$$A . \cos (2 \pi f_0 t + \varphi)$$

حيث f_0 هو تردد الإشارة الحاملة

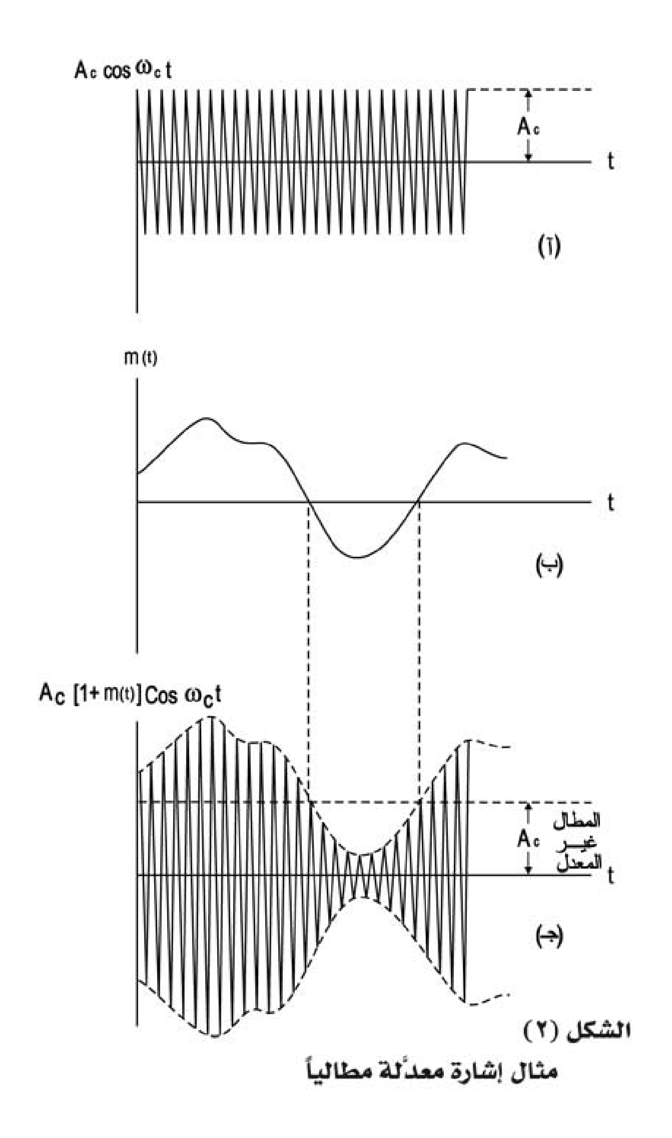
وتقوم عملية التعديل على تغيير المطال A أوالطــور φ للحامــل مــع الرسالة المراد إرسالها m(t) ونحصل بذلك على الإشارة s(t) (الشكل –١).

١ــ التعديل الخطي linear modulation

كانت التعديلات الخطية أولى التعديلات استخداماً وذلك في العــشرينات مــن القرن العشرين. وتوجد عدة تقنيات تعديل خطي أساسية شائعة الاستخدام هي:

أ ــ التعديل المطالي amplitude modualtion (AM)

تولد هذا النوع من التعديل لإشارة ا:



الشكل (٢)

مثال إشارة معدّلة مطالياً

$$v(t) = A_c\,[1 + m(t)\cos W_c t$$

ويبين الشكل ٢ مثالاً على كل من الإشارة الحاملة ومطالها A_c، وإشارة الحزمة القاعدية m(t) (المعدِّلة)، والإشارة المعدَّلة الناتجة. التي تحمل في غلافها envelope إشارة الحزمة القاعدية baseband.

وتوصف طريقة التعديل هذه بأنها ثنائية الحزمة الجانبية مع حامل(double-side band with carrier (DSB لأن طيف الإشارة المعدَّلة يتكون من حزمة جانبية دنيا وأخرى عليا إضافةً للحامل (الشكل ٣).

ومن ثَم فإن عرض حزمة الإشارة المعدَّلة هو $BW = 2f_m$.

يستخدم هذا النوع من التعديل بكثرة في أنظمة البث الإذاعي[ر] سواء بالأمواج القصيرة أو الوسطى أو الطويلة.

ب ــ التعديل ثنائي الحزمة بدون حامل double-side band suppressed-carrier (DSB-SC)

وهو أبسط أنواع التعديل من حيث المبدأ. إذ يعتمد على إجراء إزاحة ترددية لطيف إشارة الحزمة القاعدية في الحقل الترددي. وتعطى الإشارة المعدَلة بالعلاقة:

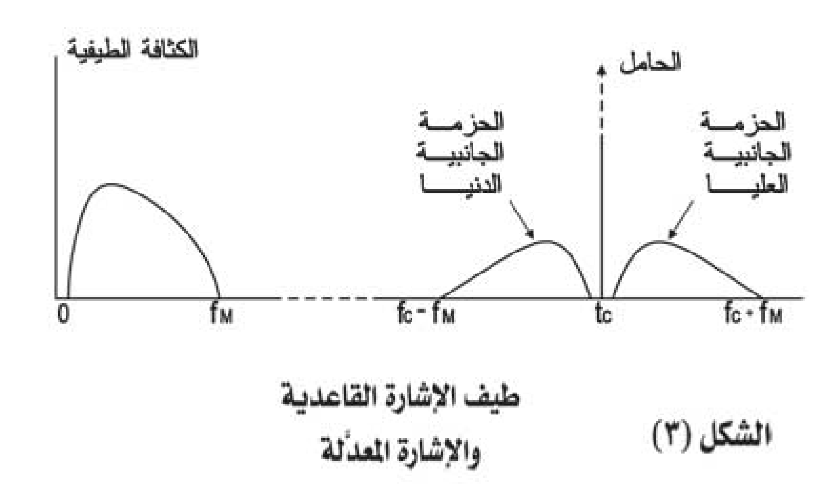
$$v(t) = A_c m(t) \cos W_c t$$

ويعطى عرض حزمة الإشارة المعدَلة هنا أيضاً بالعلاقة $BW=2f_m$.

وتستخدم طريقة التعديل هذه على سبيل المثال لبناء منضد صوتي مجسم stereophonic.

ج ــ التعديل أحادي الحزمة الجانبية single-side band modulation (SSB)

الذي يعتمد على حذف إحدى الحزمتين الجانبيتين في طيف الإشارة المرسلة، ومن ثَم فإن عرض حزمة الإشارة المعدَّلة يصبح $BW=f_m$. وهي طريقة التعديل الأكثر اقتصاديةً من حيث عرض حزمة الإرسال.



طيف الإشارة القاعدية والإشارة المعدَّلة

الشكل (٣)

وتعد طريقة التعديل هذه أساس تقنية التنضيد multiplexing الترددي المستخدمة في الهاتف والاتصالات العسكرية والبحرية وغيرها.

د ــ التعديل بحزمة جانبية مختزلة vestigial-side band modulation

تعتبر هذه التقنية حلاً وسطاً بين التعديل أحادي الحزمة الجانبيـــة SSB والتعديل ثنائي الحزمة الجانبية من دون حامل DSB-SC. ويعتمد المبدأ على إرسال إحدى الحزمتين الجانبيتين الناتجتين عن التعديل الثـــاني شـــبه كاملـــة إضافةً إلى جزء مختزل من الحزمة الأخرى مقداره Kf_m (حيـــث $0<K<1$)، فيكون عرض الحزمة اللازم للإرسال $BW=(1+K)f_m$.

وتُستخدم هذه الطريقة مثلاً في إرسال إشارة الفيديو التلفزيونية.

٢ــ التعديل الزاويّ angle modulation

إن التعديل هو أساساً إجراء إزاحة ترددية لطيف الإشارة المراد إرسالها حول التردد الحامل fc (تردد الحامل)، للحصول علـــى إشـــارة ذات حزمـــة ضيقة:

$$v(t) = A(t)\cos(2\pi f_c t + \varphi(t))$$

مع معرفة المقدارين التاليين:

ــ الطور الآني: $\theta_i(t) = 2\pi f_c t + \varphi(t)$

ــ التردد الآني: $F_i(t) = \frac{1}{2\pi}\frac{d\theta_i}{dt} = f_c + \frac{1}{2\pi}\frac{d\varphi(t)}{dt}$

أ ــ التعديل الطوري phase modulation (PM)

يعد التعديل الطوري من أبسط أنواع التعديل الزاوي، ويعرف بالعلاقة:

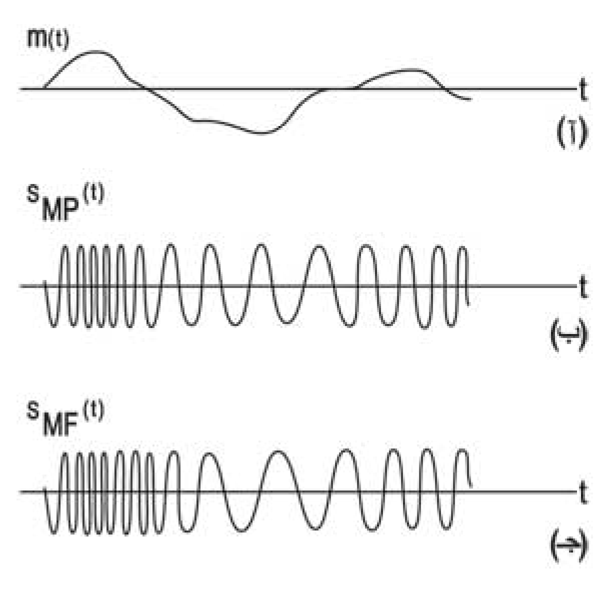
$$\theta_i(t) = 2\pi f_c t + k_p m(t)$$

حيث k_p واحدته راد/فولط rd/volt. ومن ثَم تكــون عبــارة الإشــارة المعدَّلة طورياً:

$$\nu_{PM}(t) = A \cos(2\pi f_c t + k_p m(t))$$

ب ــ التعديل الترددي frequency modulation (FM)

يتم في هذا التعديل تحويل تغيرات الإشارة المعدِلة m(t) إلى تغيرات في التردد الآني Fi(t) للإشارة ذات الحزمة الضيقة التي تعبــر القنــاة. ويكــون التحويل خطي عادة من النوع:



الشكل (٤) **شكل الإشارات في حالتي التعديل الطوري والترددي**

$$F_i(t) = f_c\, t + k_f\, m(t)$$

حيث K_f واحدته هرتز/فولط Hz/volt. ومن ثَم تكون عبـــارة الإشـــارة المعدَّلة ترددياً:

$$\nu_{FM}(t) = A\cos\left(2\pi f_c t + 2\pi\, k_f \int_0^1 m(u)\, du\right)$$

ويبين الشكل ٤ مثالاً عن إشارات معدلـــة طوريـــاً (ب) وتردديـــاً (ج) للإشارة m(t) المتبقية في (أ).

الشكل (٤) شكل الإشارات في حالتي التعديل الطوري والترددي

ويعطى عرض حزمة الإشارة المعدَّلة في حالة التعديل الترددي للإشارة m(t) ما بالعلاقة:

$$BW = 2 (\Delta f + b)$$

حيث يرمز b إلى عرض حزمة الإشارة المعدِلة، وΔf إلى الانحــراف الأعظم للتردد الآني، ويطلق على العبارة السابقة قاعدة كارسون Carson.

ويستخدم هذا التعديل في معظم مرسلات البث الإذاعــي العاملــة علــى التعديل الترددي.

التعديل النبضي pulse modulation

هناك ثلاثة أنواع أساسية للتعديل النبضي التمثيلي هــي تعــديل مطــال النبضة amplitude أو عرضها width أو موضعها position.

١ــ نظرية أخذ العينات sampling

لتكن لدينا إشارة بالحزمة القاعدية m(t) ذات عــرض حزمــة محــدود بحيث يكون أعلى تردد لها f_m، ولنأخذ قيم الإشارة m(t) عند فترات منتظمــة متباعدة بأزمنة T_s بحيث

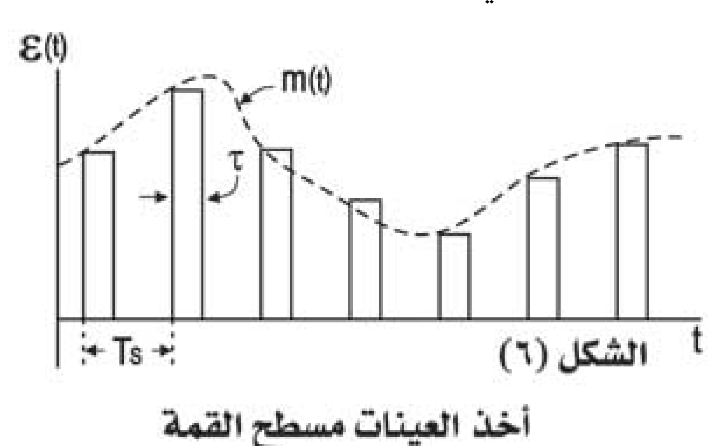
$$T_s \leq 1/2 f_m$$

فنقول أنه أخذت عينات الإشارة دورياً كل T_s ثانية. وتحدد هذه العينـــات $m(nT_s)$، حيث n عدد طبيعي، الإشارة بشكل متميّز، ومن ثَم يمكـــن إعـــادة بناء الإشارة من تلك العينات من دون أي تشويه. ويطلق علـــى T_s اســـم دور أخذ العينات.

٢ـــ تعديل مطال النبضة pulse-amplitude modulation (PAM)

هو تحويل إشارة تمثيلية إلى إشارة من نوع نبضي بحيث يتضمن مطال النبضات المعلومات التمثيلية. ويوجد صنفان من هذه الإشارات هما:

أ ـــ أخذ العينات الطبيعي natural.



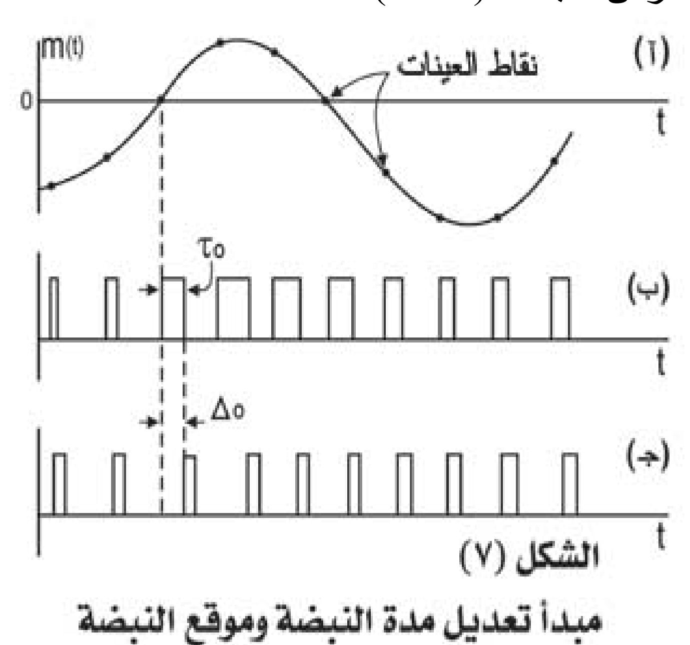
أخذ العينات مسطح القمة

يبين الشكل ٥ هذا المبدأ حيث تتكون الإشارة التي أخذت منها العينـــات من سلسلة من النبضات ذات مطال متغير قممها ليست مسطحة إنما تتبع شكل موجة الإشارة المعدَّلة m(t).

ب ــ أخذ العينات مسطح القمة flat-top

يبين الشكل ٦ مبدأ النبضات مسطحة القمة، حيث يكون للنبضات مطال ثابت تحدده قيمة عينة الإشارة في نقطة داخل مدة النبضة. ويتميز هذا النـــوع عن سابقه بأنه يبسط تصميم الدارات الإلكترونية المستخدمة في عمليـــة أخـــذ العينات.

٣ــ تعديل زمن النبضة Pulse-Time Modulation (PTM)



الشكل (٧)

مبدأ تعديل مدة النبضة وموقع النبضة

وهنا تقوم إشارة الحزمة القاعدية بتغيير بعض المميزات الزمنية للنبضة التي تقع داخل فرصة slot زمنية محددة. ويوجد صنفان أساسيان هما:

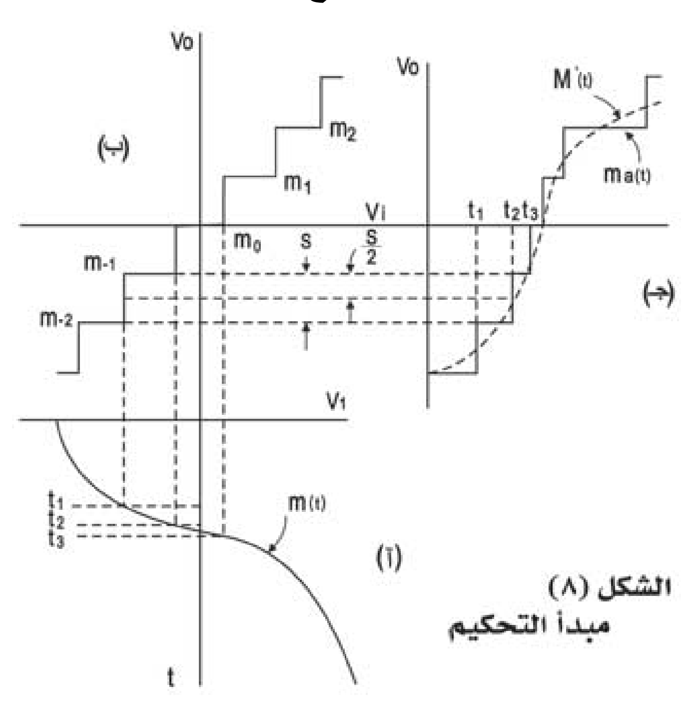
أ ــ تعديل مدة النبضة Pulse-Duration Modulation (PDM)

تقطع هذه الحالة الإشارة m(t) بشكل منتظم وتوليد نبضة عند كل لحظة تقطيع ذات مطال ثابت لكن عرضها يعدّل مباشرة بإشارة الحزمــة القاعديــة (الشكل ٧).

ب ــ تعديل موضع النبضة Pulse-Position Modulation (PPM)

$$\tau(n) = \tau_0 [1 + km (n T_s)]$$

يتمثل التعديل هنا في توقيت الطرف الهابط أو الصاعد للنبضة أو كليهما بآن واحد. ونلاحظ في الشكل السابق أن مطال النبضات ثابت وعرضها ثابت في حين تقوم الإشارة m(t) بتعديل موضع النبضة.



الشكل (٨)
مبدأ التحكيم

التعديل الرقمي digital modulation

تتصف أنظمة التعديل السابقة بأنها أنظمة تمثيلية، فالحامل موجة جيبيـــة أو نبضية والتعديل يغير بشكل مستمر مطال أو زمن الحامل. أمـــا فـــي هـــذه الفقرة فسنتطرق إلى نوع تعديل رقمي عوضاً عن تمثيلي تكون فيـــه الإشـــارة الرقمية مرمزة قبل الإرسال.

١ــ التكميم quantization

وهي العملية التي تسمح انطلاقاً من إشارة الحزمة القاعدية m(t) بإنشاء إشارة جديدة Mq(t) هي تقريب للإشارة الأصلية. ويبين الشكل ٨ مبدأ هـــذه العملية.

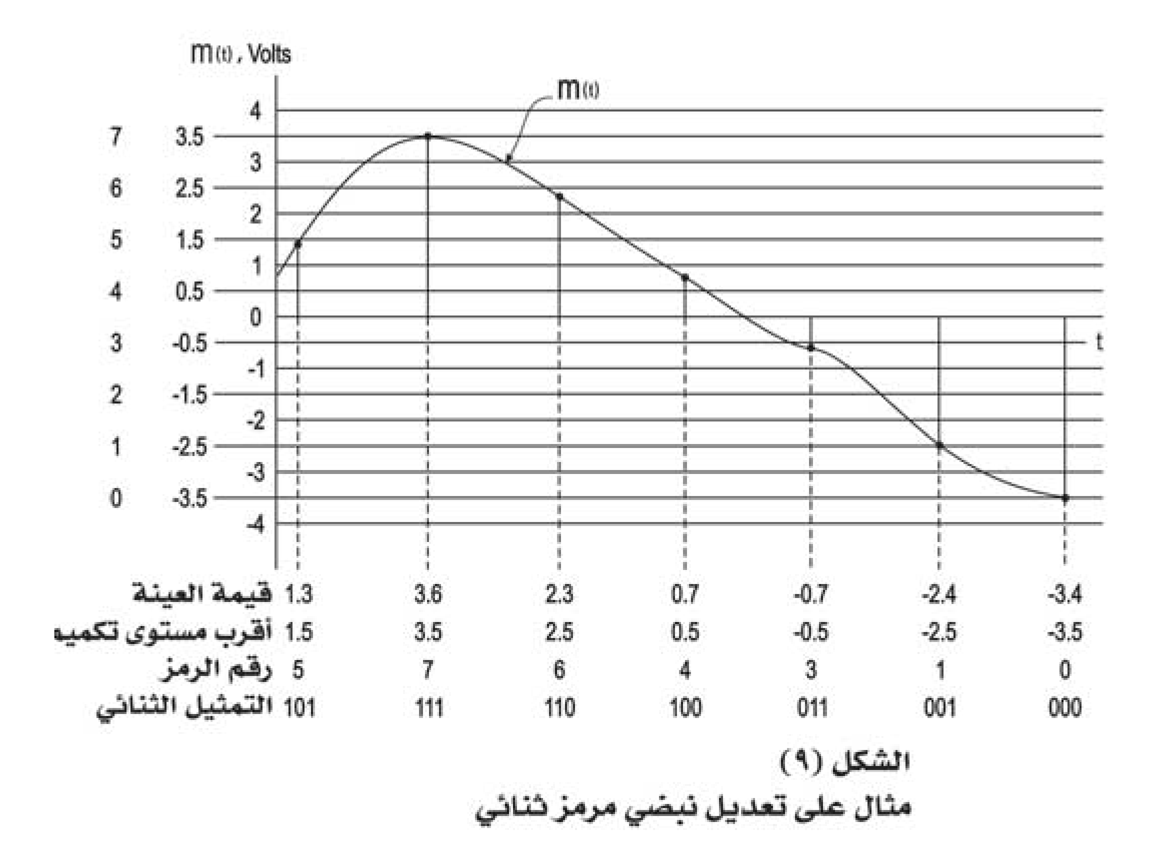
حيث أن الإشارة vi هي الإشارة المطبقة على دخل المكمم، أما خرجـــه فهو V_o، والمنحني المنقط m(t) يمثل إشارة الخرج فيما لو كان خرج المكمم خطياً بدلالة الدخل، ويطلق على الفرق بـــين (t) ´m وMq(t) اســـم ضـــجيج التكميم. ونقول عن التكميم أنه منتظم إذا كانت لجميع الخطوات نفس القيـــاس، وإلا فهو غير منتظم.

٢ــ التعديل النبضي المرمز pulse code modulation (PCM)

وهو أساساً تبديل تمثيلي/ رقمي من نوع خاص تُمثل فيه المعلومات المتضمنة داخل العينات الآنية لإشارة تمثيلية، بكلمات رقمية على شكل قطار بتات bits تسلسلي.

يتم توليد إشارة التعديل النبضي المرمز بإجراء ثلاث عمليات أساسية هي: أخذ العينات والتكميم والترميز.

ونحصل على إشارة التعديل النبضي المرمز اعتباراً من إشارة تعديل مطال النبضة المكممة بترميز encoding كل قيمة عينة مكممة إلى كلمة رقمية. ومن ثَم عوضاً عن إرسال العينة المكممة مباشرة يرسل رقم الرمز الموافق. وغالباً ما تحول قيمة الرمز قبل إرساله إلى الحساب الثنائي أي الحساب وفق أساس العد ٢. وترسل قيم التمثيل الثنائي للرمز على شكل نبضات، ولهذا يطلق على هذا التعديل اسم التعديل النبضي المرمز. ويبين الشكل ٩ السمات الأساسية لهذا التعديل الثنائي.



الشكل (٩)
مثال على تعديل نبضي مرمز ثنائي

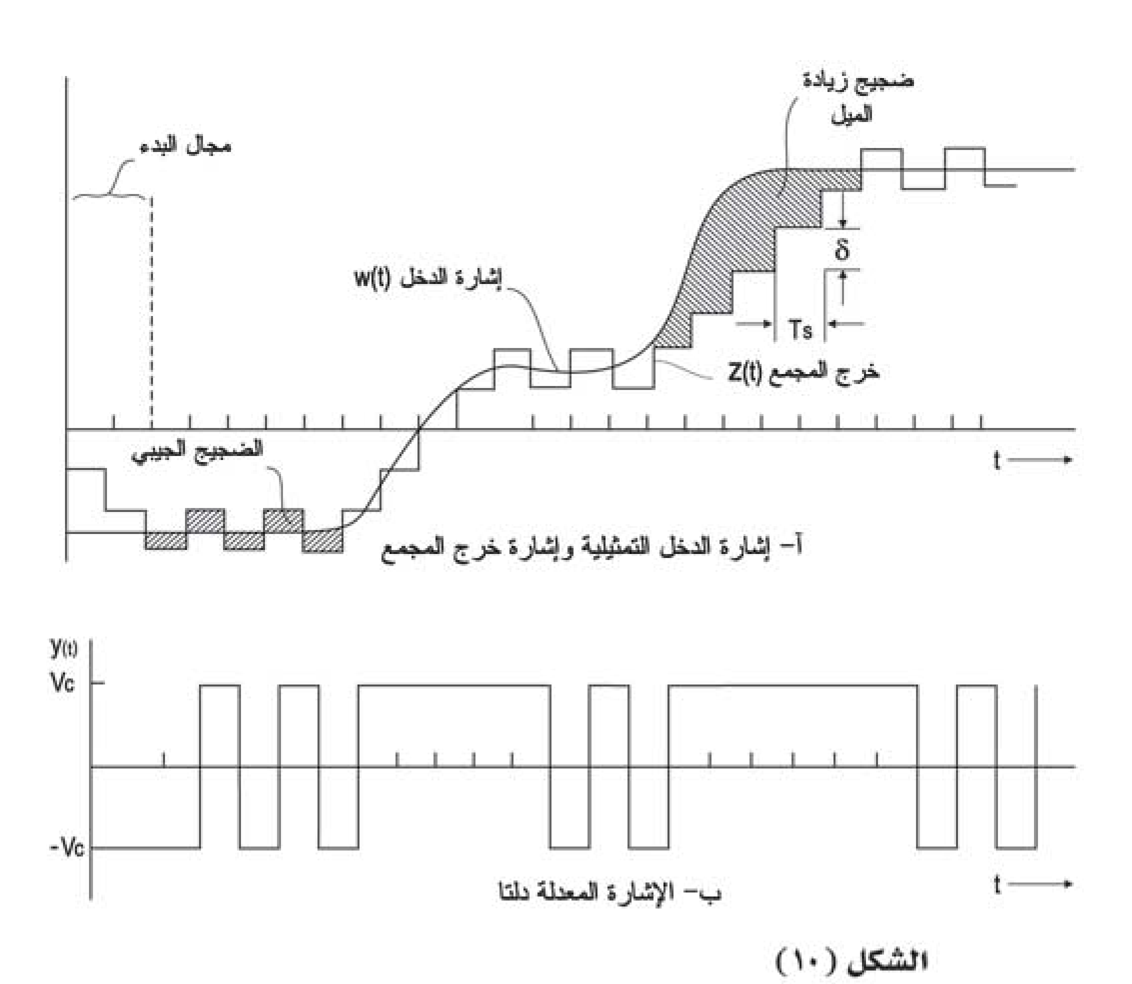
٣ــ التعديل النبضي المرمــز التفاضــلي differential pulse code modulation (DPCM)

حين يتم تقطيع الإشارات الصوتية أو الفيديوية غالباً ما تكــون العينــات المتجاورة قريبة من نفس القيمــة، ومــن ثَــم يوجــد كثيــر مــن الزيــادة redundancy في عينات الإشارة، وينجم عن ذلك ضياع في عرض الحزمة والمجال الديناميكي لنظام التعديل النبضي المرمز عندما يعاد إرسال قيم العينات ذوات الزيادة.

وإحدى الطرق التي تسمح بتخفيض زيادة الإرسال إلى حده الأدنى ومـــن ثَم إنقاص عرض الحزمة، هي إرسال إشـــارات التعـــديل النبـــضي المرمـــز الموافقة للفرق بين قيم العينات المتجاورة، ويطلق عليهـــا التعـــديل النبـــضي المرمز التفاضلي، والذي يعتمد على استخدام مرشح تنبؤ prediction.

٤ــ التعديل دلتا delta modulation (DM)

وهو حالة خاصة من التعديل النبضي المرمز التفاضلي تتضمن مستويين من التكميم. ولا تتطلب استخدام مبدلات تمثيلية/رقمية أو رقمية/تمثيلية، ومـــن ثَم فإن الدارات الإلكترونية اللازمة للتعديل أبسط وأقل كلفة. إلا أن هذا التعديل يخضع لنوعين من خطأ التكميم الأول ضجيج زيـــادة تحميـــل الميـــل slope overload والضجيج الحبيبي granular كما هو مبين بالشكل ١٠.



الشكل (١٠)

أشكال الإشارات في نظام التعديل دلتا

٥ــ التعديل دلتا المتكيف adaptive delta modulation (ADM)

الذي يسمح بتخفيض ضجيج زيادة تحميل الميل إلى الحد الأدنى مع المحافظة على قيم مقبولة للضجيج الحبيبي.

ويعتمد مبدأ الطريقة على تغيير قياس الخطوة كتابع للزمن مع تغيـرات إشارة الدخل.

٦ـ طرق الإقفال keying

هي تحميل إشارة رقمية على موجة حاملة لتتوافـق مـع حزمـة قنـاة الإرسال، ويستخدم هذا التعبير لتمييز هذا التعـديل عـن تعـديل الإشـارات التمثيلية. ويوجد هناك طرق إقفال مختلفة: بإزاحة المطال amplitude-shiift keying (ASK) وبإزاحة الطور phase-shift keying (PSK) وبإزاحـة الطور التفاضلي differential -shiift keying (DPSK) وبإزاحة التـردد frequency-shiift keying (FSK) وهـي مفـصلة فـي بحـث إرسـال المعطيات.

انواع الموجات



عملية الاتصال بين البشر تتم عن طريق الالتقاء مباشرة مـــع الطـــرف الاخر اما بالكلام والاشارة أو عن طريق ارسال رسالة مكتوبة الى اليه، وهذا العملية تعرف با(لاتصال التقليدي) .

اما في يومنا هذا فعملية الاتصال تخلتف عن الاتصال التقليديـــة ، تـــتم عملية الاتصال اليوم عن طريـــق الهـــاتف النقـــال اوالتلفـــاز او الحاســـوب (الانترنت)، وهذا ما يعرف ب(تكنلوجيا الاتصالات)، التي تستخدم الاجهـــزة

الالكترونية لايصال المعلومات الى الطرف الاخر ,ولذا يصب جهد المهندس الالكتروني في معرفة طبيعة الدوائر الالكترونية لهذه الاجهزة المسئولة عـــن نقل هذا الاشارات او المعلومات .

واحب ان اخصص هذه المساحة اللـــى الامـــور المتعلقـــة بتكنولوجيـــا الاتصالات ، التى تعتبر مهمه الى المهندس الالكتروني على الخصوص والى الكل على العموم .

قبل أن يتمكن اي جهاز من الإتصال مع جهاز آخـــر لابـــد مـــن تـــوفر شرطين :

1 -أن تتم ترجمة البيانات الى إشارات يمكن نقلها بين الجهازين .

2 -يجب أن يتوفر للجهازين قناة يستطيعان من خلالها إرسال و إستقبال الإشارات .

الممر أو القناة التي تحمل الإشارات تسمى وسط الإرسال transmission medium .

تستطيع أجهزة الكمبيوتر مثلا استخدام الأنواع التالية من الإشارات للإتصال فيما بينها :

1- النبضات الكهربائية أو electrical pulses .

2-موجات الراديو أو radio waves .

3- أو موجات الميكرو ويف microwaves .

4-أو الأشعة تحت الحمراء. infrared light

هناك خاصية واحدة تجمع بين هذه الإشارات المختلفة و هي أنها كلها تعتبر موجات كهرومغناطيسية .electromagnetic (EM) waves و يتم استخدام هذه الموجات لنقل البيانات لأنها تتمتع بالمميزات التالية :

1 -من الممكن تعديلها و التحكم بها باستخدام أشباه الموصلات semiconductor.

2 -تستطيع تمثيل كلا الإشارات التماثلية analog و الرقمية .digital

الإشارات التماثلية هي إشارات مستمرة تتمثل فيها المعلومات كمقادير فيزيائية من الإشارات الكهربية و مثال عليها التيار الكهربائي و الموجات الصوتية .

أما الإشارات الرقمية فهي إشارات منفصلة discrete و تستخدم قيمتين فقط هي صفر أو واحد لتمثيل الإشارة الأصلية .

الموجات الكهرومغناطيسية تضم أنواع عديدة من الموجات تتراوح بين أشعة جاما من ناحية وبين موجات الراديو الطويلة من ناحية أخرى .

هذا المدى الكبير من الموجات الكهرومغناطيسية يطلق عليه اسم الطيف الكهرومغناطيسي .EM spectrum جزء محدود فقط من هذا الطيف يستخدم لنقل البيانات .

يتم تحديد موقع موجة كهرومغناطيسية ما على الطيف بمعرفة طولها الموجي wavelength و ترددها frequency و طاقتها .energy يتناسب التردد و الطول الموجي تناسبا عكسيا فكلما زاد التردد قل الطول الموجي و العكس صحيح .

بينما تتناسب الطاقة مع التردد تناسبا طرديا فكلما زاد أحدهما زاد الآخر .

الموجات التي تقع في أعلى الطيف يكون ترددها مرتفعا وطاقتها عالية و طولها الموجي صغير، بينما الموجات التي تقع في أسفل الطيف فيكون ترددها و طاقتها منخفضة أما طولها الموجي فكبير

تحدد طاقة و تردد و طول الموجة الخصائص الفيزيائية للموجة، و هذه الخصائص بدورها تحدد قدرة الموجة على حمل البيانات .

كلما ترتفع الى أعلى في الطيف فإن التردد يزداد ، و للتردد علاقة مباشرة بالقدرة على حمل البيانات ، فكلما ازداد التردد فإن الموجات الكهرومغناطيسية تصبح قادرة على حمل بيانات أكثر .

أما الطول الموجي فإنه يقل مع الإرتفاع الى أعلى في الطيف، لهذا فإن الموجات في أسفل الطيف لها أكبر طول موجي مثل الموجات الطويلة الراديوية .

يؤثر الطول الموجي على قدرة الإشارات على اختراق الجدران و الأجسام غير الشفافة .

كما أن الطول الموجي يؤثر على قدرة الإشارات على الإنحناء و الدوران حول العقبات و الزوايا .

و بشكل عام فكلما زاد الطول الموجي زادت قدرة الإشارة على اختراق الأسطح غير الشفافة و الدوران حول الزوايا .

أما الموجات ذات التردد العالية فإنها بشكل عام غير قادرة على الإنحناء حول الزوايا ، هذه الخاصية تسمى line-of-sight أو مرمى البصر .

لهذا فالموجات ذات التردد العالي مثل موجات الميكرو ويف لا تستطيع الإنتقال إلا في خطوط مستقيمة .

إذا افترضنا أن جميع العوامل ثابتة فإنه بزيادة الطاقة تزداد قوة و وضوح الإشارة ، ولهذا فإن موجات الميكرو ويف تتميز بنقاوة و وضوح وكثافة الإشارة .

أما الموجات ذات الطاقة المنخفضة مثل موجات الراديو فإنها أقل مقاومة للتداخل من قبل موجات أخرى نظرا لضعفها و قلة وضوحها .

تعتبر الموجات عالية الطاقة ذات تأثير سلبي على صحة الإنسان ، و لهذا فإن أشعة جاما لا تستخدم في نقل البيانات نظرا لخطورتها على الصحة .

تعتبر الأنواع المختلفة من وسائط الإرسال مناسبة لأجزاء مختلفة من الطيف الكهرومغناطيسي .

تقع وسائط الإرسال تحت فئتين رئيسيتين هما :

1 -وسائط سلكية
2 -وسائط لاسلكية .

الوسائط السلكية تكون إما أسلاك معدنية أو ألياف و توصل الكهرباء والضوء على التوالي .

أما الإرسال اللاسلكي فيستخدم الغلاف الجوي كوسط إرسال لنقل الإشارة .

تتضمن الوسائط اللاسلكية

1 -موجات الراديو .

2 -موجات الميكرو ويف .

3 -الأشعة تحت الحمراء .

تستخدم الوسائط السلكية عادة في الشبكات المحلية الصغيرة أما في الشبكات الواسعة فتستخدم مجموعة من الوسائط السلكية و اللاسلكية .

كما من الممكن استخدام الوسائط اللاسلكية لتحقيق الإتصال بين الكمبيوترات المحمولة و الشبكات المحلية .

الإعتبارات التي تؤثر على سعر و أداء وسط الإرسال تتضمن :

1 -سهولة الإعداد و التركيب .

2 -مدى سعة نطاق البث .

3 -التوهين أو ضعف الإشارة .attenuation

4 -المناعة من التداخل الكهرومغناطيسي immunity from electromagnetic interference.

بشكل عام فإن تكلفة وسط الإرسال ترتفع مع ارتفاع سرعته و ونقاوته و تحسن مستوى أمنه .

يعبر عن مدى الترددات المقاسة بالهيرتز hertz (HZ) و التي يستطيع وسط الإرسال فيزيائيا إستيعابها بسعة نطاق البث .bandwidth

وهي تعرف بالفرق بين أعلى الترددات و أخفضها و التـــي يـــستطيع وســـط الإرسال حملها .

هذه السعة قد تتفاوت وفقا للمسافة و تقنية بث الإشارة المستخدمة .

يعرف التوهين attenuation بأنه قابليـــة الموجـــات الكهرومغناطيـــسية للضعف و التلاشي خلال الإرسال .

خلال مرور الموجات الكهرومغناطيسية في وسط الإرسال يتعرض جزء من طاقتها للإمتصاص و البعثرة بسبب الخواص الفيزيائية للوسط .

يجب الإنتباه لهذا الأمر خاصة عند التخطيط لإستخدام وســـط مـــا مـــن المفروض أن يغطي مساحة شاسعة .

لا تستطيع أغلب وسائط الإرسال عزل الموجات الكهرومغناطيسية عـــن التداخل مع موجات خارجية .

يحـــدث التـــداخل الكهرومغناطيـــسي EMI (electromagnetic interference)عندما تقوم موجات كهرومغناطيسية غير مرغوب بها بالتأثير على الإشارة المنقولة عبر وسط الإرسال .

كما أنه من السهل إعتراض الموجات الكهرومغناطيسية و التصنت عليها و هذا أمر خطير إذا كانت شبكتك تحتوي على معلومات حساسة .

الموجات الكهرومغناطيسية

أنواع الموجات الكهرومغناطيسية

فيما يلي ببعض أنوع الموجات الكهرومغناطيسية :

الضوء المرئي Visible Light

الموجات الدقيقة Micro Waves

الموجات تحت الحمراءInfrared Waves

الأشعة الكونية .Cosmic Rays

الأشعة السينية X - Rays

الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet Rays

أشعة جاما g - Rays

إن كل هذه الأنواع وغيرها من الموجات الكهرومغناطيسية عندما تؤخذ مجتمعة تشكّل ما يسمى ب :

الطيف الكهرومغناطيسي

يتكون الطيف الكهرومغناطيسي من مدى واسع من الأطوال . وكل شكل من أشكال الطاقة الإشعاعية في الطيف الكهرومغناطيسي يتميز (له) بمــدى معين من الأطوال الموحية خاص به

وبالقرب من منتصف الطيف الكهرومغناطيسي (الطاقة الإشعاعية) يوجد مدى من الأطوال الموجية يسمى " الطيف المرئي " . وهو الجزء من الطيف الكهرومغناطيسي الذي نستطيع رؤيته.

أما بقية الطيف الكهرومغناطيسي فإننا لا نستطيع رؤيته ولكننا نستطيع الكشف عنه بوسائل أخرى . فعلى سبيل المثال : محطة الإذاعة حولك تصدر موجات في كل الاتجاهات وأنت لا تستطيع رؤيتها ولا سماعها ولا الإحساس بها ولا تستطيع الجزم بوجودها إلا إذا استخدمت جهاز الراديو الخاص بك لالتقاطها وتحويلها إلى موجات صوتية تستطيع سماعها وإدراك وجودها

الطول ألموجي:

أن الأطوال الموجية للأشعة تحت الحمراء ، وموجات الميكروويف والراديو ، أكبر من الأطوال الموجية للطيف المرئي . وكذلك فإن الأطوال الموجية للأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية وأشعة جاما والأشعة الكونية لها أطوال موجية أقصر من الأطوال الموجية للطيف المرئي .

إن أطول الموجات هي موجات الراديو التي يمتد طولها إلى نحو ١٠٠ ألف كيلو متر . واقصرها هي الأشعة الكونية فهي لا تتجاوز ١ × ١٠ –١٦ من المتر الطولي . ويتراوح الطول ألموجي للضوء المرئي ما بين ٤٠٠ نانومتر إلى ٧٠٠ نانومتر

سرعة الطاقة الإشعاعية

أن الأشكال المختلفة للطاقة الإشعاعية في الطيف الكهرومغناطيسي لهـــا أطوال موجبة مختلفة ، وعلى الرغم من هذا التفاوت في الأطوال الموجبة فإنها تنتقل جميعها بنفس السرعة في الفراغ وهذه السرعة تساوي ٣٠٠٠٠٠ كم/ ث . أو ١٨٦٠٠٠ ميل/ث .

أن الطاقة الإشعاعية لا تنتقل في الفراغ فقط . بل إنها تنتقل في الأوساط المادية المختلفة . فعلى سبيل المثال ينتقل الضوء المرئي وكل أشكال الطاقـــة الإشعاعية الأخرى في الهواء . كما ينتقل الضوء المرئي أيضاً فـــي الزجـــاج والماء والبلاستيك الشفاف وفي أوساط مادية أخرى

عندما ينتقل الضوء في وسط مادي فإن سرعته تختلف عن سرعته فـــي الفراغ . فالأوساط المادية الشفافة المختلفة تعمل على تقليل سرعة الضوء عما هي في الفراغ . وكل وسط يعمل على تقليل سرعة الضوء بمقدار تختلف عن الوسط الآخر . فمثلاً الضوء المرئي ينتقل في الماء الصافي بسرعة ٢٢٤٠٠٠ كم /ث . في حين أنه ينتقل في الزجاج بسرعة ٢٠٠٠٠٠ كم / ث

المستوى الثاني

أن الطيف الكهرومغناطيسي يتكون من أنواع مختلفة الموجات ، وتُسمى الأنواع المختلفة من الطاقة الإشعاعية بأسماء مختلفة ولكن كل واحد منها يشكل جزءاً من الطيف الكهرومغناطيسي

أن بعض مكونات الطيف الكهرومغناطيسية تسمى بالأشعة مثل الأشعة السينية وأشعة غاما والبعض الآخر يسمى بالموجات مثل الميكروويف والموجات الراديوية

بعض أنواع الموجات

1 -موجات الراديو : تنشأ موجات الراديو عن اهتزاز الالكترونات في الهوائي تُرسَل موجات الراديو بطريقة خاصة توضح استخدامها كموجات للراديو أو للتلفاز وكيفية استخدامها لتكوين الصور أو الأصوات

2-الموجات الطويلة والمتوسطة : هذا النوع من الموجات يتميز بأنه يستطيع أن يحيد حول التلال بحيث تتمكن أجهزة الراديو من التقاطها حتى في أخفض الأودية.

3 -الموجات ذات التردد العالي Very High Frequency Waves VHF تستخدم في أنظمة الراديو الصوتية المجسمة ذات الجودة العالية .

4 -الموجات ذات التردد فائق العلو Ultra High Frequency Waves UHF
تستخدم هذه الموجات في التلفاز . وهذه الموجات لا تحيد جيداً حول التلال . لذلك فإنك لا تستطيع الحصول على استقبال جيد لها الا إذا كـــان هـــوائي التلفاز أو المذياع على طريق مستقيم من محطة الارسال .

5 -الموجات الدقيقة : Micro Waves هي موجات راديوية قصيرة الطـــول الموجي يتراوح طولها بين ($١٠^{٥}$ نانومتر إلى ٣ × ٨١٠ نانومتر) ويمكن توليدها بوساطة أجهزة الكترونية خاصة . ولقصر طولها المـــوجي فإنهـــا تستثمر في أنظمة البث الإذاعي وفي التلفاز والـــرادار وملاحـــة الطيـــران وأنظمة الاتصالات من مثل أجهزة الهاتف النقال .ومن التطبيقـــات العمليـــة لهذه الموجات أيضاً أفران الميكروويف إذ تؤمن عمليات الطـــبخ المنزلـــي بوقت قصير .

6-الموجات تحت الحمراء : Infrared Waves

تطلق الأجسام الحارة هذا النوع من الإشعاع . وفي الحقيقة فإن كل الأجسام تطلق الأشعة تحت الحمراء بنسب متفاوتة حيث ينتج هذا الإشعاع عن اهتزاز الجزيئات السريع . وكلما زادت حرارة الجسم فإن الموجات تحت الحمراء تصبح أقصر

7-الموجات فوق البنفسجية : Ultraviolet Rays

لا تستطيع العين الكشف عن الاشعاعات فوق البنفسجية على الرغم من توافرها بكثرة في الاشعاع الشمس . وهذا النوع من الأشعة هو المسؤول عن تلوين جلدك باللون الذي تراه . ولكن التعرض بكثرة للاشعاعات فوق البنفسجية يؤدي إلى حروق في الجسم وضرر كبير على العينين

وبعض المواد الكيميائية عندما تمتص الاشعاع فوق البنفسجي فإنهـا تطلـق الضوء . وهو ما يعرف بظاهرة التهيج "الفلورسنت ["النور الاستشعاعي [. وهذا هو سر " الأكثر بياضاً من اللون الأبيض" لمساحيق الغسيل ، حيـث تمتص هذه المواد الموجات فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس . وتـصبح بعد ذلك أكثر اشعاعاً مما يجعل الملابس تبدو أكثر نضارة مما قبل

8-الأشعة السينية : X - Rays

يستخدم أنبوب خاص لانتاج هذا النوع من الموجات حيث تقذف الالكترونـات السريعة جداً على هدف معدني مما ينتج عنه انطلاق أشعة قصيرة الموجة وتتميز بقدرة عالية على الاختراق . وتستطيع هذه الأشعة الانتقـال عبـر المواد عالية الكثافة مثل الرصاص . وكلما كان الطول المـوجي للأشـعة السينية كبيراً كلما قلّت قدرتها على الاختراق وعندئذ تستخدم لاختراق اللحم داخل جسم الإنسان ولكنها لا تستطيع اختراق العظم . ولذلك فإن الـصورة

باستخدام الأشعة السينية تظهر صورة العظام واضـــحه . وجميـــع أنـــواع الأشعة السينية ضارة حيث أنها تتلف الخلايا الحية في جسم الإنسان

9-أشعة جاما : g- Rays

موجات كهرمغناطيسية عالية التردد ذات طاقة عالية جداً لها آثار مدمرة على الأنسجة والخلايا الحية وتستخدم في الطب لعلاج الأورام السرطانية .

تصدر عن الأنوية المشعة للمواد المشعة في الطبيعة عندما تعود هذه الأنويـــة من حالة التهيج إلى وضع الاستقرار

نتكلم هنا عن الركيزة الثانية من ركائز الاتصال بين جهازين بعـــد الركيـــزة الاولى وهي :

1-ترجمة البيانات الى اشارات (موجات كهرمغناطيسية) .

2-قنوات الاتصال (السلكي واللاسلكي):

-السلكي :

الكابلات cable

الكابل عبارة عن مجموعة من الاسلاك المعزولة عن بعضها البعض بصورة متوازية توضع معا في غلاف واحد .

1-الكابلات المزدوجة المجدولة: عبارة عن سلكين معزولين ومجدولين معا ، تستخدم في شبكات التلفونات، وتصل سرعة نقل البيانات خلالها من ٣٠٠ بت الى ١٠ ميجابت في الثانية الواحدة .

2 -الكابلات المحورية: يستخدم هذا النوع من الكابلات في شبكات التلفونـــات والتلفزيونات الذي يربط بين التلفزيون و الايريال، وتصل سرعة نقل البيانات من خلاله من ٦٥ كيلوبت الى ٢ميجابت في الثانية الواحدة .

3 -كابلات الالياف الضوئية: (سوف اتكلم عنه لاحقا)،تمثل هـــذه الكـــابلات طريقة لنقل البيانات ضوئيا بواسطة استخدام الياف من الزجاج تحتوي علـــى سطح داخلي وخارجي، و تصل سرعة نقل البيانات عبر الالياف الضوئية من ٥٠٠كيلوبت الى ١,٦ بليون بت في الثانية الواحدة .

اللاسلكي :

1 -الميكروويف:تعتبر الميكرويف احدى القنوات نقل الصوت والبيانات عـــن بعد باستخدام الموجات المتناهية الصغر والعالية التردد للطيف الاذاعي،وتتمثل قناة الميكروويف في تواجد مجموعة من ابراج الهوائي، ويصل مسافة ما بـــين برجين من ٣٠-٤٠ ميلا، وتصل سرعة نقل المعلومات او البيانات مـــن ٢٥٦ كيلوبت الى 100 ميجا بت في الثانية الواحدة .

<u>الخصائص الاساسية :</u>

1-تستخدم للمسافات الاكثر من ٢٠ كيلو منرا .

2 -تكون المسافة بين البرجين حوالي ٥٠ كيلو متر طبقا للانبطاح اللارضي .

3 -تكون الابراج الهوائية محمولة على ابراج من الرصاص .

4 -يستخدم اسلوب (FM(frequancy modulation في نقل البيانات.

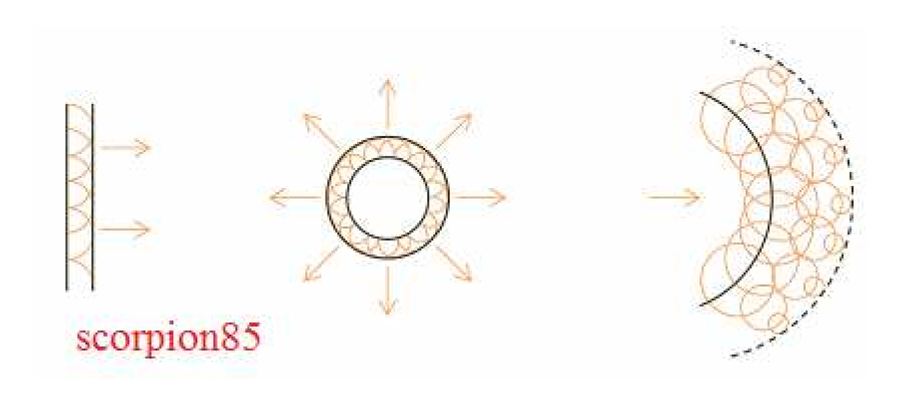
الموجـــات الكهرومغناطيـــسية (بالإنجليزيـــة: Electromagnetic radiation) وتقرأ اختصارا (EMR)، هي ظاهرة تأخذ شكل انتشار الـــذاتي للموجات في الفراغ أو المادة. وتتكون من عنصرين أو مجالين، همـــا مجـــال كهربائي وآخر مغناطيسي، ويتذبذبان بشكل عمودي على بعـــضهما الـــبعض ويتعامدان على اتجاه القوة. تصنف الموجة الكهرومغناطيسية إلى عدة أنـــواع حسب التردد الموجة؛ منها (حسب زيادة الموجة ونقصان في الطول الموجي): موجة راديوية وموجات صغرية وأشعة تيراهيرتز وأشـــعة تحـــت الحمـــراء وطيف مرئي وأشعة فوق بنفسجية وأشعة سينية بالإضافة إلى أشـــعة غامـــا. هناك نافذة صغيرة من الترددات الموجية تحس بها أعين الكائنات الحية، وهو مايسمى بالطيف المرئي أو الضوء.

انتشار الموجات الكهرطسية

ان من أهم المبادئ التي لا بد من فهمها لاستيعاب آلية إنتشار الأمـــواج الكهرطيسية والراديوية مبدأ هويغنز Huygens والذي يمكن تبـــسيطه علـــى النحو التالي:

يمكن النظر إلى أية نقطة من موجة مـــا وكأنهـــا نقطـــة بدايـــة جديـــدة لمجموعة من الأمواج الكروية المولدة في اتجاه انتشار الموجة.إن تصور هذه الأمواج الكروية مجتمعةً على شكل واجهة للموجة (wave front) سيساعدك على فهم سبب قدرة واجهة الموجة (عند عدم اعتراضها بأية عوائـــق) علـــى الإستمرار في التنقل دون تغيير شكلها.

يوضّح مبدأ هويغنز أيضاً ســبب عــدم انتقــال الــضوء (أو الأمــواج اللاسلكية، أو أية موجة كهرطيسية) ضمن مسارات مستقيمة على الدوام.



شكل مبدأ هويغنز

تتعرض الأمواج الكهرطيسية لعدة مؤثرات أساسية:

- الإمتصاص
- الإنعكاس
- الإنكسار
- التشويش

الإمتصاص:

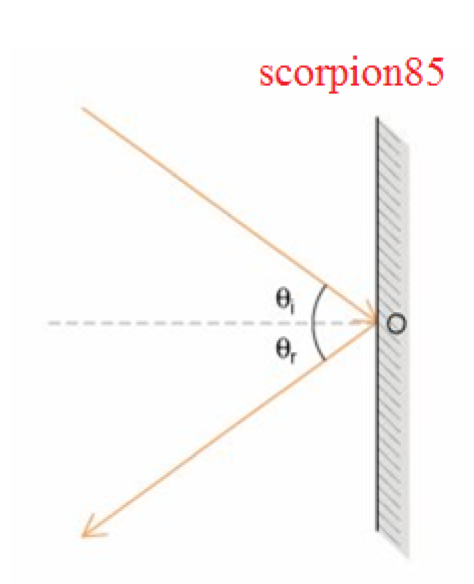
تتضاءل الأمواج اللاسلكية (من أي شكل كان) أو تضعف عند مرورها عبر مادة ما، مما يؤدي إلى انتقال الطاقة إلى المادة التي تنتقل عبرها.

تتناقص قدرة الموجة بشكل متزايد ضمن المادة الناقلة، وبشكل متزامن مع تناقص خطي في قيمة الديسيبل dB المكافئة ،عادة ما يستخدم معامل الإمتصاص (والذي يقاس بالديسيبل في المتر) لتوصيف تأثير المادة الناقلة على الإشعاع كمياً.نلاحظ بشكل عام بأن المواد الناقلة تملك قدرةً عاليةً على إمتصاص الإشارة، وبشكل خاص المعادن. يعتبر الماء أيضاً بجميع أشكاله (مطر، ضباب، أنابيب المياه ...) من المواد عالية الإمتصاص للأمواج اللاسلكية ذات الترددات الخاصة بالشبكات اللاسلكية.من المواد متوسطة الإمتصاص الأحجار، الطوب، الإسمنت وذلك تبعاً للمواصفات الخاصة بكل مادة. وكذلك الأمر بالنسبة للأخشاب، الأشجار ..إلخ حيث تتعلق على الإمتصاص بمدى تركيز الماء ضمنها.فيما يتعلق بامتصاص الأمواج اللاسلكية

فإن جسم الإنسان والحيوان يحتويان على كميات من الماء، مما يجعلها قـــادرةً على امتصاص الأمواج.

الإنـعكاس:

يحدث الإنعكاس في الترددات الراديوية بشكل رئيسي على السطوح المعدنية، كما يحدث أيضاً على سطح الماء أو المواد الأخرى الملائمة.تنعكس الموجة المرتدة بنفس الزاوية التي وردت فيها إلى السطح.

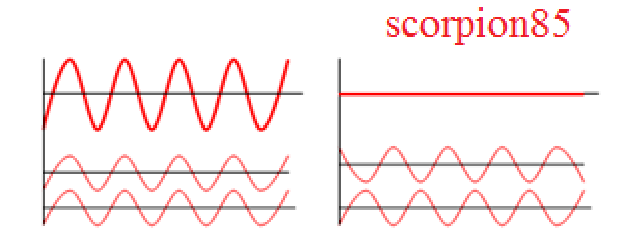


الإنكسار

الإنكسار هو الإنحناء أو الإنتشار الواضح للأمواج عند اصطدامها بعائق ما. يعتبر الإنكسار نتيجةً منطقيةً لمبدأ هويغنز، ويرتبط بشكل تقريبي مع طول الموجة.

التشويش

إن بإمكان الأمواج ذات التردد نفسه والتي تملك علاقة طورٍ ثابتة (الموقع النسبي للأمواج) أن تقوم بإلغاء بعضها البعض، أي أن ١ + ١ = ٠



يشترط لحدوث هذه الظاهرة بصيغتها المثلى (الإلغاء التام أو التضخيم الأعظمي) أن تمتلك الأمواج نفس الطول تماماً إضافةً إلى علاقة طورٍ ثابتة.تستخدم كلمة (تشويش) في مجال الشبكات اللاسلكية بمعناها الأشمل للتعبير عن الإضطراب الناجم عن مصادر الترددات الراديوية الأخرى.

إعتماد التأثيرات على التردد:
مع أن اعتماد جميع هذه التأثيرات على التردد قد يكون قوياً جداً ومعقداً – عند حساب إمتصاص الصدى على سبيل المثال –

فإن بعض القواعد البسيطة جداً تمتلك فائدةً جمةً في فهم وتخطيط البـــث اللاسلكي:

- كلما ازداد طول الموجة ازدادت سرعة انتقالها.
- كلما ازداد طول الموجة ازدادت قدرتها على المرور عبر وحول العوائق.
- كلما قصر طول الموجة ازدادت قدرتها على نقل المزيد من البيانات.

<u>البث اللاسلكي في الفضاء الطلق:</u>

سنلقي فيما يلي نظرةً على أربعة مبادئ / تأثيرات متعلقة بالبث اللاسلكي:
- خسارة الفضاء الطلق (FSL): وهي حقيقة خسارة الموجة اللاسلكية للقدرة، حتى عند انتقالها وفق خط مستقيم يمر في حقل مفرغ من الهواء.
- مناطق فرانيل (Frensel Zones): وهي حقيقة أن الموجة اللاسلكية تنتقل عبر منطقة عريضة تشبه شكل السيجار وليس ضمن خطٍ مستقيم.
- خط النظر: وكيفية تحديده للأمواج اللاسلكية.
- تأثيرات المسارات المتعددة: وهي حقيقة أن إشارةً مبدئيةً قد تجد طرقاً مختلفةً للوصول إلى وجهةٍ محددة.

لاحظ بأنه حتى الآن يمكن إلى حد ما استيعاب هذه التأثيرات بتطبيق مبدأ هويغنز.

خسارة الفضاء الطلق:

تتناسب خسارة القدرة في الفضاء الطلق طرداً مع مربع المسافة ومربع التردد – وتقاس هذه الخسارة بالديسيبل. يمكن التعبير عن هذه العلاقة بالمعادلة التالية:

(FSL [dB]= C + 20 * Log(D) + 20 * Log(F

حيث D هي المسافة – F التردد بالميغاهرتز، والثابت C يساوي ٣٦,٦ إذا تم تحديد المسافة D بالميل و ٣٢,٥ إذا تم تحديدها بالكيلومتر.

أنماط الاتصال اللاسلكي

هناك عدد من انماط الاتصال اللاسلكي وهي كالتالي:

LSB/USB/CW/AM-N/AM/WAM/FM-N/WFM

LSB=Lower Side Band ويعني الحزمة الواطية من شريط الموجة الحاملة ، وتسخدم عادة في الاتصال اللاسلكي بين الهواة وعلى الموجات القصير والمنخفظ منها مثل ١,٨ و ٣,٥ و ٧,٠ ميجاهيرتز.

USB =Uper Side Bandويعني الحزمة العالية من شريط الموجة الحاملة وتستخدم عادة في الاتصال اللاسلكي بين الهواة وعلى الترددات الاعلى مثل ١٤ و ١٨ و١٢ و٢٤ و ٢٨ ميجاهيرتز.

CW=continues Waveويعني الموجة الحاملة المستمرة وهذه هي الاشارات المستخدمة لارسال اشارات مورس البرقية ، وتسخدم في جميع الترددات.

AM-N=Amplitude Modulation Narrow وهي الموجة المعدلة مطاليا) الضيقة) وهذا النمط المستخدم في ارسال واستقبال موجات الاذاعات الاخبارية والبرامج

AMهي نفس النمط السابق ولكن لاهي ضيقة ولا متسعة

WAMهي نفس النمط ولكن الواسعة منها

FM-N =Frequency Modutionويعني الموجة الحاملة (الضيقة) المعدلة بواسطة التردد ، في اثناء الكلام في ميكروفون الارسال فان الموجدة يتغير ترددها في حدود ٢,٥ كيلو هيرتز الى اعلى او الى اسفل التردد الاساسي الذي ترسل عليه المحطة، وهذا النمط يستخدم في اجهزة الاتصال اللاسلكي الرسمية للحكومات وللشركات وللهواة للمدى القصير اي في نطاق المدينة الواحدة فقط او الى مدى ابعد من ذلك وذلك باستخدام اجهزة مساعدة اخرى لتوسيع نطاق الاتصال ، وكذلك للمحطات الاذاعية التي تذيع على موجات FM من ٨٨ الى ١٠٨ ميجاهيرتز.

ملاحظة

الفرق بين الموجة الحاملة الضيقة والوسيعة، هو انك على الواسيعة ، تسطيع سماع المحطة المراد استقبالها مع بعض مما يجاوره من محطات اخرى غير مرغوب في استقبالها وفي النمط الضيق فان الاستقبال يكون في حد اضيق من الاول ولكن قد تكون الاشارة اضعف قليل.

تنفيذ الاشارة الديجتال فى اجهزة الكمبيوتر (فيزيائيا):

بالنسبة لتنفيذ الاشارة الديجتال لاجهزة الكمبيوتر وخاصة شبكات الكمبيوتر فان الاشارة تنتقل على هيئة0 و 1 اى ان البيانات تنتقل كالاتى (٠١١١٠٠١١) وهكذا فان جميع شركات تصنيع كروت الشبكة تتفق على طريقة تنفيذ نقل البيانات ولان اجهزة الكمبيوتر تعمل بالكهرباء فان شركات تصنيع كروت الشبكة تتفق على حجم الفولت لنقل البيانات . فالشركات تتفق على نقل ٠ يكون حجم فولت +٥ وعندما يتم نقل ١ فان حجم الفولت يكون +15وهكذا فلابد ان تتفق شركات تصنيع كروت الشبكة على كيفية تمثيل بالبيانات بالفولت . مثال على ذلك لو ان جهاز كمبيوتر A على شبكة ينقل داتا (بيانات) من على جهاز كمبيوتر اخر على نفس الشبكة او الانترنت وليكن B وكانت البيانات المرسلة من جهاز الكمبيوتر A كالاتى ٠٠١١١٠٠٠ وكانت البيانات المرسلة من كمبيوتر B كالاتى 01111110 فان كارت الشبكة في جهاز كمبيوتر A سوف يرسل البيانات بالفولت كالاتى +٥ 15+ 15+ 5+ 5+ 5+ 5+ 15+عندما يرد جهاز الكمبيوتر B فان كارت الشبكة سوف يمثل

البيانات كالاتى +٥ +١٥ +١٥ +١٥ +١٥ +١٥ +١٥ +٥ وهكذا فى حالة تبادل اى بيانات وهكذا يتم تمثيل البيانات فيزيائيا1 , 0

النطاق الترددي

المصطلح modulation AM Amplitude يعني طريقة التعديل فقط المصطلح frequency modulation FM يعني طريقة التعديل فقط وقد وزع النطاق الترددي إلى الأسماء التالية

*الموجة الطويلة longwaveLW وعرض نطاقها من ١٤٨كيلو وحتى ٢٨٣ كيلوهيرتز (يتغير عرض النطاق حسب الدول) واستخدمت تعديل AM

*الموجة المتوسطة Medium Wave MW وعرض نطاقها من ٥٢٦كيلو حتى ١٦٠٦ كيلو تقريباً واستخدم تعديل AM

*الموجة القصيرة ShortwaveSWوعرض نطاقها من ٣٠٠٠كيلو وحتى ٣٠٠٠٠ كيلوهيرتز أي من ٣ ميجا وحتى ٣٠ ميجا هيرتز واستخدم تعديل AM والتوزيع SW1 أو SW2 هدفه الحصول على ملفات أكثر موائمة لصوت أفضل

*موجة frequency modulation FM وعرض نطاقها من ٨٨ ميجا وحتى ١٠٨ ميجا (يتغير العرض حسب الدول) وقد اعتمد بها نظام تعديل FMوبين هذه النطاقات نطاقات مدنية وعسكرية استخدم بها أي تعديل سواء AM أو FM

والمهم أنه لا علاقة بين نوعية التعديل AM أو FM بالنطاق التـــرددي بمعنى جميع الأنظمة السابقة يمكن قلب تعديلها وارساله واستقباله لا مشكلة في ذلك المشكلة أن تجد من يستمع لمحطتك المقلوبة.

الموجة الجيبية

ان الموجة الجيبية لها ثلاث خصائص هي

التردد والاتساع وزاوية الطور.

الان لدينا موجتان موجة المعلومات (الصوت او الصورة او اي شـــيء) وهذه موجة ترددها قليل نوعا ومتغير واتساعها يكون متغيـــر ولـــدينا موجـــة حاملة وهذه ثابتة الاتساع ثابتة التردد وعالية التـــردد عنـــد تحميـــل موجـــة المعلومات على الموجة الحاملة فان موجة المعلومات تعمل على تعديل تـــردد الموجة الحاملة وهنا يكون لدينا FM او تعمل على تعـــديل اتـــساع الموجـــة الحاملة وهنا يكون لدينا AMالموجات القصيرة SW ١ و٢ اعتقد انهمـــا FM ايضا لكن ضمن حزمة تقع اسفل بكثير حزمـــة FM التجاريـــة (٨٨ – ١٠٨ ميجا هيرتز)

بالنسبة للتلفزيون اشارة الصوت واشارة الـــصورة واحـــدة منهمـــا FM والاخرى AM حتى لا يحدث تداخل بينهماfmam الفـــرق ببـــساطة هـــو ان الموجة التي يتم عمل تعديل و تحميل لها بطريقة " AM " يتم تغييـــر القيمـــة الفولتية للاشارة الحاملة " Carrier " على حسب الاشارة الأصلية

أما الموجة التي يتم عمل لها تعديل لها بطريقة " FM " فهنا يتم التغيير بين التردد الخاص بالموجة الحاملة " Carrier " بناء على حسب الموجة الأصلية

و لكل من النوعين استخدامه الخاص ، فعلى سبيل المثال تستخدم الاشارة التي تم عمل لها " AM modulation " في ارسال اشارة الصورة لنظام التليفزيون عليها

اما التي تم عمل لها " FM modulation " فتستخدم في ارسال اشارة الصوت لنظام التليفزيون عليها

الألياف الضوئية واستخدامها في الاتصالات

كثيرا مانسمع عن الالياف البصرية ولكن ما هي الألياف البصرية؟

الألياف البصرية هي ألياف مصنوعة من الزجاج النقـــي طويلـــة ورفيعـــة لا يتعدى سمكها سمك الشعرة يجمع العديد من هذه الأليـــاف فـــي حـــزم داخـــل الكيبلات البصرية وتستخدم في نقل الإشارات الضوئية لمسافات بعيدة جداً.

ويتكون الليف البصري من

- القلب : (Core) وهو عبارة عن زجاج رفيع ينتقل فيه الضوء.
- العاكس :(Cladding) مادة تحيط باللب الزجاجي وتعمل على عكـــس الضوء مرة أخرى إلى مركز الليف البصري.
- الغطاء الواقي :(Buffer Coating) غلاف بلاستيكي يحمـــي الليـــف البصري من الرطوبة أو ويحميه من الضرر و الكسر.

كيفية انتقال الضوء في الألياف البصرية

تنتقل الإشارات الضوئية في الكيـــبلات البـــصرية خـــلال الليـــف الزجـــاجي الرفيع (Core)وذلك عن طريق الانعكاسات المتتالية للضوء والتـــي يحـــدثها العاكس (Cladding)المحيط بالقلب الزجاجي والذي يعمـــل كمـــرآة عاكـــسة للضوء.

ولأن العاكس لا يمتص الضوء الساقط عليه بل يقوم بعكسه إلى داخل الليف البصري طوال رحلته فإن الضوء ينتقل لمسافات بعيدة دون أن يفقد أو يتضاءل. ولكن في بعض الأحيان يحدث وأن تضعف الإشارات الضوئية نتيجة لوجود الشوائب في مادةالزجاج الليفي ، وبشكل عام يمكن القول أن كفاءة الليف البصري ومدى انتقال الإشارات الضوئية فيه لمسافات طويلة دون أن تفقد أو تضعف تعتمد على عاملين:

* درجة نقاء مادة الزجاج المصنوع منها الليف البصري .(Core)
* الطول ألموجي للضوء المستخدم ،فمثلاً في الأطوال الموجبة (850 nm) تكون نسبة الضعف في الإشارات الضوئية المرسلة حوالي(من 60%إلى 75%لكل كيلومتر).وفي الأطوال الموجية (nm1.300)تتراوح النسبة من 50%إلى ٦٠% لكل كيلومتر.

وهناك أنواعا من الأليف البصرية ذات الكفاءة العالية والتي تعد نسبة الضعف في إشاراتها الضوئية صغيرة جدا لا تزيد عن 10% لكل كيلومتر للضوء ذو الطول الموجي.(nm 1.300)

استخدام الألياف البصرية في الاتصالات

تتكون وحدة الاتصالات بالألياف البصرية من:

- جهاز الإرسال :(Transmitter)يرسل الإشارات الضوئية المشفرة.
- الألياف البصرية :(Optical Fibers)تعمل هذه الألياف على توصيل ونقل المعلومات كإشارات ضوئية ولمسافات طويلة.
- مجدد أو معزز الإشارات الضوئية :(Optical Regenerator)وهذا ضروري لتعزيز الإشارات وتقويتها حتى لا تضعف وتتلاشى خلال رحلتها الطويلة عبر الكيبلات البصرية.
- جهاز الاستقبال :(Receiver)يستقبل الإشارات الضوئية ويحل تشفيرها.

جهاز الإرسال(Transmitter) فيه تدار الأجهزة لتعطي سلسلة منا لومضات الضوئية المتعاقبة التي تولد الشفرات أو الإشارات الضوئيةالمرسلة.

معزز الإشارات الضوئية:(Optical Regenerator)

كما ذكر سابقاً أن هناك بعضاً من الإشارات الضوئية التي تفقد أو تضعف خاصة عندما تسير لمسافات طويلة كالذي يحدث في الكيبلات الممتدة تحت سطح البحر والتي تستخدم في أغراض الاتصالات بين السفن والغواصات، وبالتالي تعالج هذه الكيبلات البصرية بمعززات لهذه الإشارات تمتد على طول

الكيبل وتعمل على تقوية الإشارات الضوئية .تتكون هذه المعززات من أليـــاف بصرية مغلفة بمادة خاصة، وعندما تسقط الإشارات الضوئية الــضعيفة علـــى جزيئات المادة فإنها تستثار لتعطي إشارات ضوئية قوية لها نفـــس خـــصائص الإشارات الضوئية الساقطة،أي أن الغلاف يعمل عمل الليزر(تفخـــيم الـــضوء الساقط) وهكذا تستمر عملية انتقال الضوء لمسافات طويلة دون أن تفقد.

<u>المستقبل:(Receiver)</u>

تستخدم في هذه المستقبلات خلايا ضوئية (Photocell)أو الثنائيات الضوئية (Photodiode)التي تتعرف وتكشف الإشـــارات الـــضوئية المرســـلةوتحل شفرتها إلى إشارات كهربية تدير الأجهزة المختلفة كالتلفزيون،والكمبيوتر،وال هاتف...وغيرها.

مزايا وفوائد الألياف البصرية

أحدثت الألياف البصرية ثورة في عالم الاتصالات، فما هو سبب هذه الثورة ؟ ولماذا يفضل استخدامها عن الأسلاك المعدنية التقليدية؟

تتميز الألياف البصرية عن الأسلاك المعدنية بالخصائص التالية:

- غير مكلفة :

يمكن صنع أميال من الكيبلات الضوئية بتكلفة أقل مقارنـــة بتلـــك الكيـــبلات المصنوعة من المعادن كأسلاك النحاس.

- رفيعة السمك :

تتميز الألياف البصرية بأنها رفيعة ودقيقة مقارنة بالأسلاك المعدنية.وبمـــا أن هذه الألياف رفيعة فإنه يمكن تجميع العديد منها في حزم لتمتد فـــي كيـــبلات أقطارها صغيرة وهذا لايمكن عمله مع أسلاك النحاس.

- كفاءتها عالية:

فهناك القليل فقط من الإشارات الضوئية التي تفقد أو تضعف مقارنة بالأسلاك المعدنية.

- تستخدم الإشارات الضوئية لنقل المعلومات:

تنتقل المعلومات كإشارات ضوئية عبر الألياف البصرية على عكس الأســـلاك النحاسية التي تستخدم الإشارات الكهربية وهذه الإشارات الضوئية المارة فـــي أحد الألياف لا تتداخل مع إشارات الألياف الأخرى الموجودة معها فـــي نفـــس الحزمة داخل الكيبل،وهذا يعني عدم تداخل الخطوط خلال المحادثات الهاتفيـــة حيث يكون الصوت واضح ونقي.

- تنقل الإشارات الرقمية:

تعد الألياف البصرية مثالية وملائمة لنقل الإشارات الرقمية والمـــستخدمة فـــي شبكات الكمبيوتر.

- أمنة ضد الحرائق:

لا تستخدم الألياف الضوئية أي إشارات كهربية،ولذلك تعتبر وسيلة آمنة لنقـل المعلومات والإشارات الضوئية لمسافات طويلة دون الخـوف مـن أضـرار الحرائق الناجمة عن الشحنات الكهربية.

- خفيفة الوزن:

تعدا لألياف البصرية خفيفة الوزن مقارنة بأسلاك النحاس،كمـا أنهـا تحتـل مساحة صغيرة عندإمدادها تحت الأرض مقارنو بالمساحة الكبيرة التي تحتلها كيبلات الأسلاك المعدنية.

- مرونتها عالية:

مما يميزا لألياف البصرية أنها مرنة ولذلك فهي تستخدم في الكاميرات الرقمية للأغراض التالية:

- لالتقاط الصور الطبية عن طريق استخدامها في المناظير المختلفة

(endoscope , laparoscope and bronchoscope.

-لتفحص عملية اللحام في أنابيب ومحركات الطائرات والسيارات والصواريخ..وغير ها.

ولذلك يفضل استخدام الألياف البصرية صناعياً وفي الاتصالات وأسلاك وخطوط الكمبيوترات

الألياف البصرية تعتبر من افضل التقنيات الحديثة فى مجال الاتـــصالات ان لالياف البصرية عبارة عن وسط ناقل للمعلومات او البيانـــات اى انهـــا لا تختلف عن الكوابل النحاسية او الهواء كوسط ناقل ، الا انهـــا تمتـــاز عليهـــا بمراحل متقدمة جدا من ناحية عدم وجود تشويش فى الوسط الناقل او عوائـــق للاشارة المرسلة

تعتمد فكرة الالياف البصرية على حبس الضوء داخل الليفة بين Core & Cladding

من افضل مميزات الالالياف البصرية قوة الإشارة وعدم حاجتها لمعززات لمسافات حوالى المائة كيلومتر واكثر

modulation

ما هو modulation و انواعه و فوائده

هذه بعض المعلومات البـــسيطة عـــن ال modulation و عـــن ســـبب استخدمها في الاتصالات مع ذكر انواعه ارجوا الفائدة ولكم جزيل الـــشكر و التقدير.

الإتصالات الإلكترونيه هي عبارة عن عملية إرسال و إستقبال و معالجة الإشارة بين محطتين أو اكثر و ذللك بإستقبال الدوائر الإلكترونيه. إن إشـــارة

المعلومات يمكن أن تأخذ إحدى الصيغتين إما إشارة تماثلية(مستمرة) أو إشارة رقميه(متقطعه).

:Modulation

إن معظم إشارات النطاق الترددي الأساسي الناشئة عن مصادر المعلومات المختلفة لا تكون دائما مناسبة للنقل عبر الوسط الناقل و لهذا فإن هذه الأشارة تعدل عادة لتسهيل عملية النقل و تعرف هذه العملية ب ال Modulation حيث تستعمل إشارة النطاق الترددي الأساسي (الإشارة ذات التردد الضعيف) لتعديل بعض خصائص الموجة الحاملة العالية التردد.

بمعني اخر و بمثال افرض انك لو كنت في مكان خالي و صرخت بأعلى صوتك على شخص فإن صوتك هذا هو عبارة عن الإشارة التي تحمل المعلومة وهي انك صرخت على هذا الشخص لتخبره بأمر ما حدث معك لذلك فإن صوتك لن يصل الى مسافة بعيده فتذهب لإستعمال الميكرفون لتوصيل الصوت لمكان ابعد فيكون هذا الميكرفون هو الأداة المساعده لنقل صوتك لمسافة ابعد وهذه هي و ظيفة الموجة الحاملة حيث يكون تردد صوت الإنسان ٤٠٠ هيرتز فيعمل الميكروفن لزيادة تردد هذا الصوت ليصل إلي مسافة ابعد إذا من هذا يتضح لنا أن الموجة الحاملة لا تحمل اي معلومة ولكنها تحمل الموجة التي تحمل المعلومات وهي المراد ايصالها لمكان ما وعند و صولها الي المكان المستقبل يعمل المستقبل على إستخلاص الموجة الأصلية وهي الموجة الحاملة للمعلومات و ترك الموجة الحاملة و هذا ما يسمي ب ال

.Demodulation

وهذه الموجة الحاملة هي عبارة عن إشارة موجبة عالية التردد و التي تولد من طرق المذبذب الموضعي و المتواجد في قسم الإرسال و المذبذب هو عبـــارة عن دائرة إلكترونيه و التي تنتج موجة ذبذبات عند الخرج و التي تغذي فقــط عن الدخل بواسطة جهد مستمر.

تستعمل إشارة المعلومات و التي يطلق عليها إشارة التضمين في تديل التردد أو الطور ولذا يمكن القول أن هناك ثلاثه أنواع من ال Modulation وهي:-

١- ال (Amplitude Modulation (AM:-

وهو عبارة عن تغير سعة أو إتساع الموجة الحاملة بواسطة إشارة التعديل بمقدار يتناسب مع إشارة التعديل أما الموجة الناتجة فتدعى موجة تعديل السعه.

S(t : وهي الموجة الحاملة للمعلومة

G(t: وهي الموجة الحاملة و تكون موجة جيبيه coswct

فيكون الخرج هو S(t) * coswct = s(t)coswct

٢- التعديل الترددي Frequancy modulation (FM):

وهو عبارة عن تعديل تردد الموجة الحاملة بواسطة إشارة التعديل بمقدار يتناسب مع التغيير الذي يطرأ على إشارة التعديل أما الموجة الناتجة تدعى

موجة تعديل التردد.

٣- تعديل الطور (PM) Phase Mpdulation:-

وهو عبارة عن تعديل في طور الموجة الحاملة بواسطة إشارة التعديل بمقدار يتناسب مع التغيير الحاصل في إشارة التعديل نفسها أما الموجة الناتجة تدعى موجة تعديل الطور.

أود التنبيه على أن عملية التعديل تتم في قسم الإرسال أما الإشارة الناتجة من عملية التعديل و التي يمكن أن يطلق عليها الموجة المعدلة (Modulation Wave) و يمكن أن تكون إحدى الأنواع الثلاثة التي سبق ذكرها فإما أن تأخذ صيغة AM أو FM أو PM حسب طبيعة التعديل الذي تم في قسم الإرسال أما الإشارة التي تخرج من قسم الإستقبال فهي تدعي الإشارة المستخلصة(emodulation Signal).

هناك سؤال مهم جدا يطرح نفسه لماذا عملية التعديل Modulation ؟ وهل هي عملية ضرورية في الإتصالات ؟ لذلك للإجابة سوف نناقش بعض الأسباب المهمة لعملية التعديل و هي:-

١- سهولة الإشعاع Ease Of Radiation

لكي يتم بث الموجة المغناطيسية بكفائة فإن طول الهوائي يجب أن يكون في حدود ١٠% من طول الإشارة المرسلة. و بالنسبة لكثير من إشارات النطاق الترددي الأساسي (إشارة المعلومات) فإن اطوال الموجات تكون كبيرة جدا لدرجة أن أبعاد الهوائيات المطلوبة تتجاوز الأرقام المعقولة. وكمثال فإن

موجة الصوت تتركز في الترددات بين ١٠٠ هرتز و ٣٠٠٠ هرتز. أي إن أطوال موجاتها تتراوح بين ١٠٠ كم و ٣٠٠٠ كم على الترتيب مما يستدعي هوائيات ذات أطوال غير عملية في حدود ١٠ كم و ٣٠٠ كم و بدلا عن ذلك يتم عمل Modulation للإشارة للموجة الحاملة ذات التردد العالي ذات طول موجي ضغير مما يتطلب إستعمال هوائيات عملية ذات تكلفة أقل و بذلك يتم بث الموجة المغناطيسية التي تحمل إشارة المعلومات بكفائة عالية. لذلك لتوضيح عملية التعديل هو انك لو اردت رمي ورقة وهي تحمل معلومات كرسالة مثالا فإن الورقة لن تصل إلي مسافة بعيدة لكن لو لففت الورقة حول قلم ثم رميته فإن الورقة سوف تصل إلي مسافة ابعد من المسافة التي روميت لوحدها فيكون الورقة هي الموجة المراد إيصالها لمكان ما و القلم هو الموجة الحاملة التي حملت الورقة لذلك المكان.

٢- الفائدة الثانية من عملية التعديل نفرض أن عدد من المحطات الإذاعية تبث إشاراتها الصوتية مباشرة بدون أي تعديل بطبيعة الحال تردد الصوت البشري متقارب من بعضه في التردد لذلك سوف يحدث تداخل بين هذه الأصوات لذلك لا يمكن بث اكثر من إشارة في نفس الوقت و لكن بعمل تعديل كل إشارة فإنها سوف تبتعد عن بعضها البعض ب التردد حيث تحمل كل موجة على موجة حاملة لها تردد مختلف عن الموجات السابقة لذلك لن يحدث تداخل وهذه فائدة اخري للتعديل.

الموجات الكهرومغناطيسية

في أربعينات القرن العشرين وبينما كان المهندسون منهمكين في صنع الرادارات، لاحظوا ان الموجات الكهرومغناطيسية تطلق حرارة الى درجة انها كانت تسخّن لهم الطعام.

وكانت هذه الموجات حافزاً لصنع أفران الميكروويف، وكما يشير اسمها، فإن هذه الأفران عبارة عن نظام لتسخين الأغذية عن طريق الموجات الكهرومغناطيسية عالية التردد التي يبلغ ترددها ٢٤٥٠ ميجا هرتز. ويستند مبدأ عمل هذا الفرن على قانون فيزيائي بسيط: فعندما يستقبل أي نظام جزءاً من الطاقة، فإنه يعيد استخدامها من جديد، وإذا لم يتمكن من عمل ذلك في صورة حركة أو تفاعل كيماوي أو ضوء أو أية طريقة أخرى لصرف الطاقة، فالحل الوحيد يكمن في إعادة استخدام هذه الطاقة من جديد وذلك على هيئة حرارة.

وتتميز الموجات الميكرووية بقدرتها على هزّ جزئيات الماء الموجودة في الأغذية عن طريق الطاقة التي تحملها لها وما دامت الطاقة الممتصة لا تولد أية حركة عامة، فإنها تتحول الى حرارة قادرة بدورها على طبخ الأغذية أو تسخينها، وهي ظاهرة لا تحدث إلا مع وجود الموجات الميكرووية القصيرة جداً، لكنها لا تحدث مثلاً مع موجات الراديو العادية حتى ولو كانت هناك موجات قصيرة.

المثير في الأمر ان مبدأ عمل فرن الميكروويف اكتشف نهاية الأربعينات في مدينة والذام في ولاية ماساشوسيت الأمريكية. وتبدأ القصة في مصنع للماجنترون وهو عبارة عن مصابيح الكترونية ذات قدرة عالية جداً تستخدم في الرادارات، إذ لاحظ المهندسون العاملون في مستودعات شركة "راي ثيون" انهم عندما يقربون أيديهم من الماجنترون وهو في وضع التشغيل، فإن أصابعهم تصبح دافئة. وازداد تأثير الظاهرة وضوحاً بعد استخدام ماجنترون يطلق موجات ميكروويية بشكل مستمر بدءاً من عام ١٩٤٥ .وكان المهندسون يستخدمون الماجنترون لتسخين أطعمتهم وقت الغداء بعد وضعها بجانب الجهاز. في هذه الفترة من السلام الذي تحقق مع نهاية الحرب العالمية الثانية وما سبقها من حروب طويلة، وجد شارلي أدامس الذي كان رئيساً لشركة "راي ثيون" ان سوق أجهزته في طريقه الى الانهيار، لكنه أخذ في الاعتبار تلك الفكرة المبتكرة التي لم تكن سوى لعبة في يد مهندس الشركة حتى تلك اللحظة، ففي عام ١٩٤٧ أثار أدامس سخرية عمال المصنع واستهجانهم عندما أعلن باعتزاز بأن الماجنترون سيصبح جزءاً لا يتجزأ من أدوات المطبخ الحديث وقدم براءة اختراع الآلة التي تطبخ الطعام والأغذية عن طريق حزمة الموجات الميكروويية. وبهذه الطريقة ولد ما يعرف اليوم بفرن الميكروويف. في تلك الفترة كان الماجنترون جهازاً صعب الضبط ثقيل الوزن يحوي دائرة تبريد ثقيلة، وعيوباً أخرى متعددة لا تشجع المستهلك على شرائه، وكان لا بد من الانتظار ٤ سنوات من الدراسة أي حتى سنة ١٩٥٣، ليظهر أول فرن يعمل بالميكروويف في الأسواق، أطلق عليه اسم "مهَفْفلفز" بسبب حزمة

الترددات التي تستخدم عادة في الرادارات. والواقع ان هذا الفرن لم يكن للاستخدام المنزلي، فقد بلغ ارتفاعه مترين وكان وزنه يصل الى ٣٥٠ كيلوجراماً، كما كان ثمنه يساوي ثمن السيارة، ولذا لم يبع منه سوى بضعة آلاف من النسخ في كل أنحاء العالم وخاصة للذين يعملون في المطاعم.

الموجات الكهرومغناطيسية ونتائج التعرض لها

هنا سنتكلم عن آثار التعرض للموجات الكهرومغناطيسية مباشرة في جميع أنواعها المذكورة. بمرور الزمن على استخدام الموجات الكهرومغناطيسية في الأغراض المتعددة تراكمت خبرات ومعلومات عن بعض الآثار غير المحمودة لتلك الموجات على الإنسان والبيئة المحيطة. ومن الممكن القول أنه لا ينبغي إهمال الخطر المحتمل للموجات الكهرومغناطيسية المنبعثة من الأجهزة المختلفة وخصوصاً في مجالات العمل. فقد ذكر تقرير لوكالة حماية البيئة الأمريكية أنه يبدو أن هناك ارتباطاً بين سرطان الدم وسرطان الأعضاء وبين العمل في أعمال يزيد احتمال التعرض فيها للمجالات الكهرومغناطيسية، إذ إن أخطارها ليست مقصورةً على مشغلي تلك الأجهزة بل يتعداهم إلى من يقوم بصيانة تلك الأجهزة أو من يعملون بجوارها. والحق أن هذا الموضوع هو من الموضوعات الشائكة نسبياً، فقلة الأبحاث في هذا المجال وكثرة الإشاعات عن دراسات خاطئة أو حالات غير مثبتة علمياً أدى إلى وجود نوع من التخوف الزائد لدى بعض فئات المجتمعات على جميع مستويات التعليم..

تقسيم أكثر عمقا (الموجات الكهرومغناطيسية) ً

من الممكن تقسيم الآثار الناتجة عن التعرض للموجات الكهرومغناطيسية (مرة أخرى نؤكد أننا نتكلم هنا عن التعرض لجميع الأنواع مباشرة (على أنها آثار حرارية أو آثار غير حرارية، إذ إن تعرض جسم الإنسان أو جزء منه لتلك الموجات قد يتسبب في انبعاث حرارة داخل الجسم. ويعتمد هذا التأثير اعتماداً مباشراً على شدة الموجات الكهرومغناطيسية التي يتعرض لها الإنسان وعلى تردد تلك الموجات أيضاً .

كما أن هناك آثاراً غير حرارية تنتج عن تدخل الموجات الكهرومغناطيسية في عمليات أجهزة الجسم المختلفة. ومما لاشك فيه أن الأثر الحراري لموجات الراديو هو أثر خطير وينبغي عدم التقليل من ضرره أو التهوين من احتمالات حدوثه.

وقد أدى ذلك إلى رفع دور الوعي والحذر عند العاملين وأرباب العمل على حد سواء. وتتلخص ميكانيكية الأثر الحراري لتلك الموجات في استجابة جزيئات الماء– في جسم المصاب– بالاهتزاز تبعاً لتردد تلك الموجات، مما يؤدي إلى انبعاث الحرارة بفعل ذلك الاهتزاز. ويقوم الجسم بدوره بمحاولة التخلص من تلك الحرارة بطرق مختلفة، ولكنه قد يفشل في ذلك فينتج ارتفاع في درجة حرارة الجسم أو الجزء المصاب مما قد يؤدي إلى حدوث ضرر دائم .ومن أمثلة ذلك ما يمكن أن يحدث للعين التي تتأثر بالحرارة، كما يتأثر بها بياض البيض.

الموجات الكهرومغناطيسية وأضرارها في الهاتف النقال

القول الفصل والحقيقة الجازمة في أضرار التليفون المحمول وشبكاته وأجهزته ربما لا تظهر قبل عدة سنوات؛ فالأبحاث في أوروبا وأمريكا ما تزال مستمرة، ولم يعلن العلماء كلمتهم النهائية في هذه القضية العلمية حتى الآن.. هذا ما أكدته ندوة "شبكات المحمول وأثرها على البيئة" التي أقيمت أخيرًا بكلية الهندسة بجامعة القاهرة، والتي أوضحت أن مستخدمي هذه الوسيلة التكنولوجية الحديثة – الذين بلغ عددهم أكثر من ٤٠٠ مليون مستخدم على مستوى العالم – ليس أمامهم سوى الحيطة والحذر والاعتدال في استخدام المحمول، والالتزام بشروط الأمان في تصميم وتنفيذ الشبكات وصناعة الأجهزة حتى يقول العلم كلمته.

وإذا كان علماء السويد – التي تعتبر من أكثر الدول تقدمًا في صناعة أجهزة النقال وتصديرًا له – قد أعلنوا امتناعهم عن استخدام" المحمول" حتى تنتهي الأبحاث الجارية بشأنه، والتي يدور بعضها حول تأثيره على الإصابة بالسرطان وعلى الجينات الوراثية؛ فإن الندوة قد وضعت عدة توصيات لتجنب الأخطار أو الأضرار المحتملة، وذلك بمراعاة المواصفات القياسية العالمية في إنشاء محطات وشبكات المحمول ومراقبته وقياس نسبة كثافة الطاقة الكهرومغناطيسية الصادرة منها، بحيث تكون في حدود نسبة الأمان المقررة دوليًا ومحليًا وهي ٠,٤٠ مللي وات /سم، والالتزام باشتراطات الأمان المحددة، وهي الابتعاد عن الهوائي لمسافة ستة أمتار في اتجاه الشعاع الرئيسي له،

ومتر واحد على جانبي وخلف وأسفل الهوائي، وأن تكون بعيدة عن ملامسة الجمهور، وعدم العبث بالأجهزة الخاصة بها.

كما أوصت الندوة بمراعاة الاعتدال في استخدام النقال من حيث الزمن المتصل للمكالمة الواحدة؛ بحيث لا يزيد عن ست دقائق، وعدم استخدامه في المكالمات إذا كانت الشبكة ضعيفة؛ لأن الجهاز في هذه الحالة يخرج أقصى طاقة له لجذب أكبر كمية من موجات الإرسال والاستقبال الكهرومغناطيسية، وتجنب استخدامه أثناء قيادة السيارات؛ حتى لا يؤثر على تركيز قائد السيارة، وترشيد استخدام المحمول بالنسبة للأطفال حتى ١٢ سنة، وتجنب استخدام النساء الحوامل له، وإبعاد الأطفال الرضع لملامسة هوائي التليفون المحمول، خاصة الفم والعين؛ حيث يزداد التأثير بالموجات في الأعضاء التي تقل فيها الأوعية الدموية، خاصة العين.

الترددات

التردد أو التواتر هو مقياس لتكرار حدث ما في وحدة قياس معيّنة. غالبًا ما يكون الحديث عن وحدة قياس زمنية ما، وعندها تكون وحدة التردد هي الهرتس (Hz) والتي تعادل $\frac{1}{sec}$، وتستخدم بشكل أساسي لقياس مقدار تكرار الموجات. يكون تردد موجة دوريّة ١Hz إذا كانت تمر موجة كاملة في نقطة ما، هي نقطة القياس، خلال ثانية واحدة. أي أنّه إذا قسنا في لحظة معيّنة قيمة

قصوى للموجة في تلك النقطة، لن نحصل على نفس القياس إلاّ بعــد مــرور ثانية واحدة.

التردّد هو المفهوم المعاكس لمفهوم الدورة والتي تعرّف، حسب المثــال السابق، كالفترة الزمنية بين الحصول على قياس أقصى في الموجة في نقطــة معيّنة، إلى الحصول على نفس القياس مرّة أخرى.

تعريف التردد

يعرّف التردّد لأي عمليّة دوريّة تعود على نفسها كعــدد المــرّات التــي تتكرّر فيها الدورة أو العمليّة خلال وحدة زمنية معيّنة. يستخدم الحرف f أو v لتمثيل التردّد في العديد من المجالات الهندســيّة أو الفيزيائيّــة كالبــصريات والكهرباء وعلم الصوت والراديو وغيرها.

الوحدة التقليديّة لقياس التردّد هي الــHz أو الهرتس (والتي تعادل $\frac{1}{sec}$) على اسم العالم الفيزيائي الألماني هاينريخ هرتس. على سبيل المثال، فإذا كان تردّد عمليّة ما هو Hz١، يعني هذا أنّها تحصل مرّة كل ثانية، أمّــا إذا كــان Hz٢، فإنّها تحصل مرّتين في كل ثانية، وهكذا. فإذا رمزنــا لــزمن الــدورة بــT، تكون العلاقة بينه وبين التردد كالتالي:

$$f = \frac{1}{T}$$

بشرط أن يتم الحفاظ على وحدات الطرفين، فإذا كـــان التـــردد يقـــاس بوحدات الــHz، تكون وحدة زمن الدورة هي الثانية.

في بعض الاستعمالات هنالك وحدات خاصّة لقياس التردّد. فمثلاً، لقياس سرعة نبض القلب، تستعمل وحدة "نبضة في الدقيقة" أو BPM) Beats per Minute)، ونفس الوحدة تستخدم في عالم الموسيقى لقيـــاس الإيقـــاع. فـــي الحركة الدائريّـــة تـــستخدم أحيانًـــا وحـــدة "دورة فـــي الدقيقـــة" أو rpm) (Revolutions per Minute لقياس التردّد. لتحويل تلـــك الوحـــدات إلـــى الــHz تجب القسمة على ٦٠.

قياس التردّد

لقياس تردّد ظاهرة ما، يجب إحصاء عدد المـــرّات التـــي تتكـــرّر بهـــا الظاهرة في فترة زمنية، ومن ثم القسمة على مدّة هذه الفترة.

في الواقع، فمن المفضل على وجه العموم، ولغرض التدقيق، قياس الفترة الزمنية اللازمة لعدد محدّد مسبقاً من التكرارات، عوضًا عـــن قيـــاس عـــدد التكرارات الحاصلة خلال فترة زمنيّة محدّدة. هذا لأنّ التردّد قد لا يكون عددًا صحيحًا، كحركة البندول المتأرجح. إنّ الطريقة الثانية تؤدي إلى خطأ عشوائي في القياس يتراوح بين صفر إلى تكرّر واحد، أي إلى نصف تكرّر بالمع*، ممّا يؤدي إلى انحياز في تقديرنا لــf. أمّا بالطريقة الأولى، فإنّنـــا نقـــيس وحـــدة زمنية، والتي بالإمكان قياسها بشكل أدق بواسطة ساعة.

تردّدات الأمواج

بالإمكان تحليل كل موجة إلى عدد من الأمواج التوافقية (وفـق تحليـل فورييه) الدّوريّة، ولكل موجة دوريّة هنالك علاقة بين تردّد الموجـة لطـول الموجة وسرعة تقدّمها:

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

بحيث أن:

f هو تردّد الموجة

v هي سرعتها و

λ هو طول الموجة

أي أن هنالك علاقة طردية بين التردّد وسرعة الموجة، إذا حافظنا علـى طول الموجة، وعلاقة عكسية بين تردّد وطول الموجـة، إذا بقيـت سـرعتها ثابتة. في الأمواج الكهرومغناطيسيّة، تستبدل القيمة v عادةً بالقيمة c للتنويـه إلى سرعة الضوء.

عند انتقال أمواج كهرومغناطيسيّة تخرج عن مصدر أحادي اللـون (أي مصدر يرسل أمواجًا كهرومغناطيسيّة ذات نفس طول الموجة) من وسـط ذي معامل انكسار معيّن إلى وسط ذي معامل انكسار آخر، يتغيّر طول الأمـواج وسرعتها، في حين يبقى تردّدها ثابتًا، وهي ظاهرة تعرف بانكسار الضوء.

أمثلة

بإمكان الأذن البشريّة أن تلتقط أمواجًا صـــوتيّة يتــراوح تردّدهـــا بـــين الــــ٢٠Hz والــــ٢٠ kHz. في الواقع، فإنّ الأطفال يستطيعون سماع التردّدات حتّى الــ٢٠ kHz، ولكن قدرة السمع في مثل هذه الترددات المرتفعة تنخفض كلما كبر الإنسان بالسن.

إنّ تردّد التيار المتردّد في المقابس الكهربائيّة البيتيّة في أوروبا وأفريقيـــا وأستراليا ومعظم آسيا هو ٥٠Hz، ولكنّه بقيمة ٦٠Hz في معظم الأمريكيّتين.

تردّد الضوء المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي يتراوح بين ٤٣٠THz إلى ٧٥٠THz.

أنواع أخرى من التردّد

التردد الزاوي: يمثل بواسطة الحرف اليوناني ω، ويصف سرعة التغير في طور موجة جسم يتذبذب حركة توافقية، مثلاً:

$$\omega = 2\pi f$$

وحدة القياس المتّبعة للتردد الزاوي هي راديان في الثانية $\frac{rad}{sec}$.

يجدر الذكر بأنّ هناك بعض التردّدات غير الزمنيّة. فمثلاً، من الممكـــن الحديث عن تردّد حيّزي في صورة معيّنة، أو تردد لدالّة دوريّة معيّنة. فالتردّد الحيزي يمكن أن يكون، على سبيل المثال، عـــدد أزواج الخطـــوط الـــسوداء

والبيضاء في المتر الواحد من صورة لخطوط سوداء وبيضاء. وفي هذه الحالة يستبدل متغيّر الزمن بأحد متغيّرات الفضاء.

الاقمار الصناعية

-الاقمار الصناعية: والاشارات

يطلق القمر الصناعي احد الصواريخ القوية والعابرة للقارات الذي يقوم بوضع القمر الصناعي في مداره المحدود فوق الارض بارتفاع 2300 ميل ويشتمل القمر الصناعي على هوائيات، وكما يتضمن عدة اجهزة لاستقبال الرسائل من الارض وتكبيرها ثم بثها الى اي نقطة معينة على الارض، وكما يغطي سطح القمر الصناعي بطاريات شمسية دقيقة جدا، وتصل سرعة نقل البيانات ٣٥٦كيلو بت الى ١٠٠مليون بت في الثانية الواحدة.

اعتمدت الاتصالات الالكترونية البعيدة المدى حتى الستينات من هذا القرن ، اما على الكابلات او على انعكاسات الاشارة الراديوية من على الغلاف الجوي، ومن المعروف ان هذه الكابلات تحوى على عدد محدود من الاسلاك، اما الاشارات المنعكسة فكانت تتخامد بسرعة مما يجعل الاتصال ذو نوعية سيئة4 .

في عام ١٩٤٥ اقترح العلماء فكرة استخدام الاقمار الصناعية التي تطير فوق الكرة الارضية ، لزيادة فعالية الاتصالات الالكترونية، حيث يمكن رؤية القمر الصناعي من منطقة شاسعة من الارض .

ونظرا لارتفاعه العالي ، يستطيع ان يحقق الاتصال ما بين عدة محطات بطرق متعددة خلافا للكابل الذي يستطيع ان يصل بين محطتين فقط .

-انواع الاقمار الصناعية: اول قمر صناعي للاصالات كان القمر Echo 1 الذي اطلق عام ١٩٦٠، وكان هذا القمر من النوع غير الفعال Passive اي لم يكن يحوي اي دوائر الكترونية، وانما كان عبارة عن عاكس للاشارات الالكترونية .

لقد قام هذا القمر والقمر Echo 2 الذي اطلق في عام ١٩٦٤ عبارة عن بالون كبير بقطر ٣٢ متر، مغطى برقائق الالمنيوم ، وكان يدور حول الارض بارتفاع ١٦١٠ كم. ومثل اي كرة زجاجية او فولاذية التي تعطي زاوية انعكاس واسعة للمناظر حولها، فان هذه الاقمار كانت تعيد عكس الاشارة الموجهة اليها ، ولكن بقوة اخفض .

ونظرا لمساوئها ومشاكلها الكثيرة ، لم تعد تستخدم الاقمار غير الفعالة في ايامنا هذه

-الاقمار الصناعية الفعالة Active Satellites :

وهذه القمار عبارة عن محطات تقوية ، تقوم باستقبال اشارة من محطات ارضية معينة وتكبرها ثم تعيد ارسالها باتجاه محطات أرضية اخري وفي هذه الايام تستخدم هذه الاقمار لنقل الاشارات التلفزيونية بين دول العالم .

-مدارات الاقمار الصناعية :

تخضع حركة القمار الصناعية حول الكرة الارضية الى قوانين كيبلر التي تحدد حركة الكواكب. وهذه القوانين تنص انه كلما كان القمر واقعا في مدار أعلى ، كلما تحرك بسرعة أبطأ .

وهكذا فان القمر Echo 1 الذي كان في مدار منخفض نوعا ما ، فقد كان يسير بسرعة عالية حيث كان يدور حول الكرة الارضية خلال مدة ساعتين وهكذا كان على هوائيات المحطات الارضية ان تتابع حركة القمر الصناعي بسرعة والا فانها تفقد أثره .

امام الاقمار التي تطير على ارتفاع ٣٦٠٠٠ كم فانها تدور حول الكرة الارضية خلال ٢٣ ساعة و ٥٦ دقيقة .

واذا كان القمر الصناعي فوق خط الاستواء فانه يتم دورة كاملة خلال فترة ٢٤ ساعة ولهذا فهو يبدو الى المراقب على سطح الارض وكانه ثابتا في الفضاء لانه يدور متوامنا بنفس سرعة دوران الارض حول نفسها .

ان معظم الاقمار الصناعية المخصصة للاتصالات تطير فوق خط الاستواء لانها تعطي ميزة جيدة، حيث يمكن توجيه هوائيات المحطات الارضية باستمرار الى نفس النقطة في السماء .

وهذه الاقمار تغطي اكثر مناطق العالم ازدحاما بالسكان والتي تقع بين خط الاستواء وخط عرض ٦٠ .

ولتغذية الاجهزة الالكترونية لهذه الاقمار بالتيار الكهربائي ، فانه تستخدم الخلايا الشمسية التي تقوم بتحويل ضوء الشمس الي تيار كهربائي .

مساوئ الاقمار الصناعية التي تطير على ارتفاعات عالية فوق خط الاستواء، تتمثل بالمسافة الكبيرة التي يجب تقطعها الاشارة ، وهذا يتطلب اشارة ذات طاقة عالية. بالاضافة الى ذلك هناك التاخير الزمني الحاصل بين ارسال الاشارة واعادة استقبالها مرة ثانية .

فالاشارة كما هو معلوم تسير بسرعة ٣٠٠٠٠٠ كم في الثانية، وهناك تأخير قدره ١٢٠ ميلي ثانية وهو الزمن اللازم لقطع المسافة بين المحطة الارضية والقمر الصناعي، وفي بعض الحالات يصل هذا الزمن حتى ١ ثانية اذا كانت المسافة المقطوعة كبيرة جدا. مثلا عند اجراء مكالمة هاتفية بين دولة لدولة اخري بعيدة عبر الاقمار الصناعية فاننا نشعر بهذا التاخير الزمني .

من ناحية اخري قام الاتحاد السوفيتي باطلاق سلسلة اقمار صناعية للاتصالات تحت اسم Molniya وهي تدور في مدارات اهليجية عالية حول الارض كل ١٢ ساعة .

وعوضا على ان يكون القمر في مسار استوائي ، فان مساره يميل بشكل زاوية الاوج فوق اراضي التحاد السوفياتي وبذلك يقضي القمر الصناعي حوالي ٨ ساعات فوق الاتحاد السوفياتي .

-تقنية الاقمار الصناعية :

يمكن توجيه هوائيات الاقمر الصناعي بدقة نحو سطح الارض وذلك بجعل القمر الصناعي متوازيا في مداره. ويتم ذلك بجعل جسم القمر الصناعي يدور حول نفسه مرة كل ثانية ، وهذا يمكن من توجيهه دائما باتجاه نقطة محددة) بشكل متوازي مع

محور الارض من ناحية اخرى تدور هوائيات القمر الصناعي بنفس السرعة ولكن باتجاه معاكس وهذا يجعل الهوائيات باتجاه نقطة معينة ثابتة من سطح الارض . اما الواح الخلايا الشمسية فيجب ان تتوجه باستمرار نحو الشمس .

ان داخل القمر الصناعي يجب ان يكون ذو حرارة ثابتة، وذلك بسبب حساسية الاجهزة الالكترونية ولهذا تستخدم اجهزة خاصة للتبريد والتسخين ، كما يدهن الجسم الخارجي للقمر بمواد ماصة لحرارة الشمس .

في العادة تحوى الاقمار الصناعية على هوائيات ارسال واستقبال منفصلة. وتكون هوائيات الارسال بشكل صحون لتقوم بتوجيه الاشارات الى منطقة محددة من سطح الارض حيث تقوم المحطات الارضية باستقبالها .

ويستطيع المهندسون توجيه هوائيات القمر الصناعي الي اي نقطة وذلك بواسطة ارسال اشارات تحكم خاصة .

كذلك يحوي القمر على اجهزة تضخيم الاشارة الملتقطة الى بضعة عشرات الالف مليون من المرات من اجل اعادة ارسالها مرة ثانية الى المحطات الارضية ورغم ان القمر الصناعي يلتقط عدد كبير من الترددات المختلفة فانه لا يحدث تداخل في ما بينها ، بسبب استخدام الموجات الميكروية Microwave ، والتى لا تتأثر بالطبقات المتأنية في الغلاف الجوي التي تعكس الاشارات الاخري .

في معظم الاقمار الصناعية يبلغ تردد الاشارة الملتقطة ٦ ميجاهرتز وتردد الاشارة المرسلة ٤ جيجاهيرتز وفي بعض الانواع تبلغ ٧ و٨ جيجاهيرتز او ١١ و ١٤ جيجاهيرتز على التوالي .

يتم تغذية الاجهزة الالكترونية في هذه الاقمار بواسطة الطاقة الشمسية حيث تقوم خلايا شمسية بتحويلها الى تيار كهربائي

-المحطات الارضية :

يزداد عدد المحطات الارضية بسرعة ومعظم هذه المحطات مزودة بهوائي على شكل صحن يصل قطره الى ٣٠ متر وهذا الهوائي يمكن تحريكه في كافة الاتجاهات

تعمل معظم المحطات الارضية على ارسال واستقبال الاشارات اللاسلكية التي تحمل المكالمات الهاتفية والاقنية التلفزيونية .

تتميز الاتصالات عبر الاقمار الصناعية بانها تتم بسرعة وبامان ودون الحاجة الى مد كابلات عبر المحيطات والصحاري .

وكثير من المدن الافريقية والهندية الموجودة عبر الصحاري والبراري ، تصل مع العالم الخارجي بواسطة القمار الصناعية.

والان تم استخدام البث المباشر من القمار الصناعية الى هوائيات خاصة في المنازل حيث يمكننا إلتقاط اي اشارة من القمر الصناعي دون الحاجة الى المحطة الارضية.

نبد موجات الراديو :

بشكل عام الكلام عن الموجات الكهرمغناطيسية ، وبشكل خاص الكلام عن الموجات الطويلة(الراديو,mircowave)الكلام عن كيفية تكوين الموجات الكهرمغناطيسية، عندما نطبق تيار متناوب على موصل (conductor) النتجة يتولد عنه (مجال

مغناطيسي)في الفضاء، والعكس صحيح، عندما نطبق مغناطيس متناوب (اي بتحريك قطعة المغناطيس داخل الموصل) ينتج عنه (مجال كهربي) في الفضاء، وايضا من الامور المهمة في كلا الحالتين يكون (المجال المغناطيس) عمودي على (المجال الكهربي) او بالعكس ، وهذا ما يحصل في الاريل. (attenna) من المعروف ان نظام الاتصالات بعتمد على محطتين :

1- محطة الارسال :(transmitiom station)وهي دائرة كهربية تحول المعلومات}(data)عن طريق الميكرفون} الى جهد كهربي او تيار كهربي ، ومن ثم تكبير هذا الجهد او التيار ٠ حتى يكون قادر على الارسال لمسافات طويلة، وعندها يتحول هذا التيار او الجهد الى موجات كهرمغناطيسية بعد مروره على الموصل , (attenna)وبعدها تكون صالحة للأرسال(للمزيد يمكنك الرجوع الى خصائص الموجات الكهرومغناطيسية) .

2 -محطة الاستقبال :(receiver station)وهي ايضا عبارة عن دائرة كهربية، تعمل على التقاط الموجة الكهرومغناطيسية عن طريق الموصل , (attenna)وبعده تفصل المجال المغناطيسي عن المجال الكهربي ، وعنده يسري التيار او الجهد المحول في الدائرة، وبعد هذه العملية يتم تحويل التيار او الجهد الى المعلومة المرسلة{عن طريق السماعة}.

<u>نبذة عن جهاز الميكروويف وطريقة اكتشافه وتطوره</u>

<u>طبق استقبال الموجات من الأقمار الصناعية</u>

اولا : الطبـــق DISH

وظيفة الاطباق :

وظيفة الطبق هو تجميع الاشارات الهابطة من القمر الصناعى وعكسها الى بؤرة الطبق ..

وتعتمد جودة الاطباق علي عدة عناصر اهمها -:

نوع المادة المصنوع منها الطبق

انتظام او تطابق بؤرة الطبق مع الاذرع التى تتجمع فى هذه البؤرة خامة وطلاء الطبق هذا بغض النظر عن قطر الطبق الذى يحدده رغبة المشترى فى رؤية اقمار ذات قوة اشعاع معين .. فعلى سبيل المثال -:

* الاشارات القادمة من القمر نايل سات تصل قوتها فى مصر الى اكثر من ٥٠ dBWمما يتيح استقبالها بطبق قطر ٥٠ سم ..

* قمر عرب سات تصل قوة اشارته فى مصر من ٣٥ الى ٤٣ وحدة مما يستلزم استخدام طبق قطره ١٦٠ سم كحد ادنى ..

* قمر هوت بيرد يلزمه طبق قطره ٩٠ سم لان قوة الاشارة فى مصر تصل من ٤٠ الى ٤٤ وحدة ..

عموما فان قوة الاشارة زادت الحاجة الى اقطار اكبر للطبق .

خام تصنيع الطبق

من اهم عناصر جودة الاطباق ان تكون مادة خام الطبق ذات قوة عكس كبيرة ..

وافضل مادة هى الالومنيوم لتميزها بهذه الخاصية، وقد تم تجربة تصنيع الطبق من خام الفيبرجلاس الا انه ثبت فشلها لعدة اسباب منها عدم صمودها للعوامل الجوية واشعة الشمس.

ياتى بعد ذلك الاطباق المصنوعة من المعدن ولكنها غير مصمتة (شبكية (ورغم انخفاض قدرتها على عكس الاشارات بنفس قوة الاطباق المصمتة الا انها تتميز بصمودها امام الرياح وخاصة فى المناطق الساحلية التى كثيرا ما تتعرض للعواصف الجوية

بؤرة الطبق :

قد يكون خام تصنيع الطبق جيد جدا ولكن التصنيع نفسه ردئ فنجد ان الاستقبال ضعيف او مشوش ..

ورغم ان هناك عدد كبير من المصانع المنتجة للاطباق لانجد اكثر مصنعين او ثلاثة فقط ينتجون هذه الاطباق بكفاءة عالية وذلك لان هناك ما يسمى بالاسطمبة – وهى مرتفعة الثمن – والتى يتم تطبيع الطبق عليها ومن ثم اذا كانت الاسطمبة جيدة الصنع ودقيقة جدا تنتج اطباق منتظمة السطح وذات بؤرة مضبوطة ..

والتصنيع هنا ليس فقط فى سطح الطبق وانما ايضا فى الاذرع التى تركب عليها وتتقابل فى البؤرة المحددة ، فاذا لم تكن هذه الاذرع والانحناءات دقيقة القياس فلن تنطبق نقطة التجمع (موضع الفيدهورن) على البؤرة وبالتالى لا يتم استقبال الاشارات الرئيسية القوية وانما سيكون استقبالها للاشارات الجانبية الضعيفة .

نوع الطلاء :

قد يظن البعض ان اي طلاء للطبق ما هو الا لاضافة مظهر جذاب عليه .. ولكن الحقيقة هي ان هناك انواع من الطلاء ذات قدرة كبيرة لعكس الاشارات الكهرومغناطيسية التى تسقط من الاقمار الصناعية ؛ وبذلك تساعد على عكس اكبر قدر ممكن من الاشارات ومنعها من التسرب خلال الطبق .

الطبــق المسطــح :

تختلف طريقة عمل الطبق المسطح عن الدش العادى فى انه لايعكس الاشارات بل يمتص تلك الاشارات الواقعة على سطحه متجها الى خلايا توصل الاشارة بعد تكبيرها الى وحدة ال LNB المثبته خلفه ..

ويجب ان تكون وحدة ال LNBمن النوع الماجنتيك حيث لا يمكن وضع فيدهورن (الذي يقوم بوظيفة تغيير القطبية كما انه لا يستقبل الاشارات التى تقل قوتها عن ٤٠ وحدة).

اي الاطباق افضـــل ؟ !

لا يمكن تحديد مصنع للاطباق افضل من الاخر على العموم .. ولكن يمكن القول بان كل مصنع يتميز بمقاس معين من الاطباق ..

وعموما افضل مصانع انتاج الاطباق فى مصر هم : الهيئة العربية للتصنيع – باركس – دالى . ECC -

ثانيا : وحدات خفــض الشـــوشـــرة LNB

وظيفة وحدات خفض الشوشرة :

تتلخص وظيفة وحدات الـــ LNB فى التقاط الاشارات القادمة من الاقمار الصناعية وتحويلها لتصبح صور تليفزيونية .. وما تفعله وحدة الـــ LNB بالاشارات يؤثر عليها فى رحلتها الى الشاشة ..

تقوم وحدة الـــ LNB بتحويل الاشارة الهابطة على صورة اشارات كهرومغناطيسية Microwaveالى اشارات كهربائية ثم تكبيرها ثم تحويلها الى حدود الترددات الصحيحة مع تخفيض كمية الشوشرة خلال هذه العمليات الى اقل قدر ممكن ..

والمفاضلة بين جودة وحدات الـــ LNB التى تستقبل حزمة التردد الواحدة تعتمد على مقدار معامل تخفيض الشوشرة (عبارة عن النسبة بين نسبة شوشرة الاشارة الداخلة الى نسبة شوشرة الاشارة الخارجة من الـــ LNB ، ويقاس بالديسبل).. ويجب معرفة انه كلما انخفض هذا المعامل كان افضل .. فعلى سبيل المثال LNB Ku-Bandذو معامل ٠,٦ dBالذى يعتبر افضل من ذاك ذو المعامل ٠,٨ .. dB كذلك يجب ان نعلم ايضا ان هذا المعامل الذى يكتب عادة على وحدة الـــ LNB

ليس دقيقا باى حال من الاحوال ، فليس هناك وحدتان متساويتان فى هذا المعامل حتى ولو كانا من نفس المصنع .. والاكثر من ذلك فان هذا الرقم يختلف من تردد الى تردد اخر ، بمعنى انه فى تردد ١١٢٥٠ قد يكون المعامل ٠,٦ dB ولكنه فى تردد ١١٦٠٠ يختلف ليكون ٠,٧ dBمثلا ، والرقم المكتوب على الوحدة هو متوسط معامل الشوشرة فى مدى الترددات التى يستقبلها ..

ولذلك يتضح ان احد العيوب التى يشتكى منها البعض وهي شراء افضل انواع الـــ LNBذو المعامل المنخفض ٠,٦ dBومع ذلك يكون الاستقبال مشوشا واقل جودة من صديق يستخدم وحدة ذات معامل ٠,٨ .. dB وليس هناك طريقة للتاكد من هذا المعامل الا بالقياس الفردى لكل وحدة على حدة بواسطة جهاز غالى الثمن (حوالى ٣٠ الف دولار) .!!

تصنيف وحدات الـــ : LNB

يمكن تصنيف وحدات ال LNB الي ثلاث تصنيفات رئيسية شائعة الاستخدام .

1 -وحدات -: C-Band

هذه الوحدات تستقبل الاشارة الواردة فى الحزمة C-band ويقاس معامل الشوشرة بالمعامل الحرارى فهناك ٢٥ Kو ٢٠ Kو ١٧ Kو ١٤ Kوتتراوح الترددات الداخلة اليها من 3.7 الى ٤,٢ جيجاهيرتز اما الترددات الخارجة منها الى جهاز الاستقبال فيتراوح بين 950 الى ١٤٥٠ ميجاهيرتز وهذا الرقم هو التردد IF على جهاز الاستقبال اما تردد الـــ RF فهو نفس الرقم مطروحا من ٥١٥٠ ..

ويمكن تركيب هذه الوحدة بدون فيدهورن ولكن ذلك لا يتيح تغيير القطبية من افقى لراسى وهى الوظيفة الاساسية للفيدهورن .

2 -وحدات -: Ku-band

تستقبل الاشارات الواردة فى حزمة Ku-band ولكن فى حدود الترددات من ١٠,٩٥ الى ١١,٧٠ جيجاهيرتز لتخرج اشارات كهربائية الى جهاز الاستقبال بترددات فى حدود من ٩٥٠ الى ١٧٠٠ ميجاهيرتز وهذا هوتردد الـــ IF اما ترددات الـــ RF فيتم اضافة ١٠٠٠٠ .. ويجب تركيب هذه الوحدات على فيدهورن (احادى او ثنائى) .. ويتراوح معامل الشوشرة بين ١ dBو ٠,٦ . dB

3 -وحدات -: Wide Ku-Band

ويطلق عليها وحدات LNB عريضة المدى وتستقبل الاشارات الواردة فى الحزمة Ku-bandولكن فى حدود ترددات اعلى والتى تتراوح من ١٠,٧٠ الى ١٢,٧٥ جيجاهيرتز لتحويلها الى الترددات التى يستقبلها الريسيفر من ٩٥٠ الى ٢١٥٠ ميجاهيرتز بتردد ال IF اما بحساب ترددات ال RF فيتم اضافة ١٠٧٥٠ .. ويتراوح معامل الشوشرة بين ٠,٩ dBو 0.6dB.

<u>مواصفات حديثة -:</u>

التصنيفات السابق ذكرها تستلزم فيدهورن لتغيير القطبية بين الافقى والراسى .. وقد ظهرت عدة انواع من وحدات الـــ LNB منها على سبيل المثال (اليونيفرسال ماجنتيك) بماركات مختلفة ..

ويتميز هذا النوع باشتماله على فيدهورن فى وحدة واحدة ويستقبل اشارات الحيز كيوباند والوايد كيوباند ويتم التنقل بينهما بواسطة نبضات التحكم التى ينتجها جهاز الاستقبال 22) للمدى المنخفض وصفر للمدى العالى) كما يتم تغيير القطبية بجهد التغذية (١٤ فولت للراسى و ١٨ فولت للافقى) ..

التصنيفات السابق ذكرها تعتبر احادى Single LNB وتنتج بعض المصانع انواع اخرى منها الثنائى Twin LNB والثلاثى Triple LNB والرباعى Quatro LNBبمعنى يمكن توصيل نفس وحدة ال LNB الى جهازى استقبال او ثلاث اجهزة او اربع اجهزة وهذه الوحدات تصلح للشبكات المركزية .. SMATV ومع عصر الرقمية اصبح استخدام الــ LNB يتركز فى الماجنتيك سواء الخاص بالحزمة سى باند او وايدكيوباند.

ثالثا : بوق التغذية (الفيدهورن Feedhorn)

وظيفة الفيدهورن -:

الوظيفة الاساسية للفيدهورن هو جمع الاشارة المنعكسة من الطبق وتوصيلها لوحدة الــ LNB مع اختيار القطبية .. لذلك فان الفيدهورن غير ضرورى فى حالة استعمال وحدات خفض الشوشرة LNB الماجنتيك التى تستطيع التحكم فى القطبية من داخلها .. ولكن فى حالة استخدام LNB العادية (كيوباند او وايدكيوباند) لا نستطيع الاستغناء عن الفيدهورن .

وصف الفيدهورن -:

يتكون الفيدهورن الشائع الاستخدام من ثلاثة اقسام :

* القسم الاول : حلقات دائرية متحدة المركز تقوم بجمع الاشارات المنعكسة من سطح الطبق ..

* القسم الثانى : اسطوانة الفيدهورن والتى تعتبر ناقل الاشارة المجمعة الى وحدة الـــ LNB ، وهذا القسم له تصميمان ..

الاول ذو اسطوانة قابلة للحركة ويعرف باسم Adjustable Scaler Rings وبالتالى يمكن ضبط وضع الاسطوانة بالنسبة للحلقات الدائرية ..

والنوع الاخر ذو اسطوانة ثابتة لاتتغير ..

وفى ايا من التصميمين تظل العلاقة التى تربط بين وضع الحلقة الدائرية للفيدهورن وبين البعد البؤرى لقطر الطبق صحيحة ، وتتراوح بين ٠,٣٣ و٠,٤٥ حسب قطر وعمق طبق الاستقبال فكلما كان عمق التقعر للطبق اكبر يجب ان يكون طول اسطوانة الفيدهورن اطول وذلك باضافة حلقة نحاسية فى فوهة الفيدهورن مع ضبط موضعها على ٠,٣٦ فى تدريج الاسطوانة ..

* القسم الثالث : موتور السيرفو وهو يرتبط بموجه الاشارات (ابرة القطبية) والذى يتحكم فى تمرير الاشارة حسب القطبية المطلوبة ويتصل موتور السيرفو بالريسيفر من خلال ٣ أسلاك ذات الوان قياسية " احمر ويتصل بال ٥ فولت – ابيض ويتصل ب - PULSE اسود ويتصل بالارضى . "

<u>انواع الفيدهورن -:</u>

هناك انواع مختلفة من الفيدهورن تبعا لنوع الاشارة المطلوب استقبالها اهمها سى باند وكيوباند .. هذه الانواع هي :

* فيدهورن احادى خاص باستقبال اشارات السى باند فقط ..

* فيدهورن احادى خاص باستقبال اشارات الحزمة كيوباند او وايدكيوباند ..

* النوع الاكثر شيوعا هو الفيدهورن الثنائى C,KU والذى يستقبل اشارات الحزمتين سى و كيوباند معا ..

*هناك انواع من الفيدهورن الثنائية لاستقبال اشارات حزمة واحدة مثل الفيدهورن الثنائى C,C

ويستخدم لتركيب عدد اثنين LNB احدهما للقطبية الافقية والاخر للقطبية الراسية ، ولذلك لا يلزمه موتور سيرفو لتغيير القطبية ، ويستعمل هذا النوع فى الشبكات لاستقبال القنوات الفضائية باى من القطبتين بطبق واحد .

<u>المفاضلة بين انواع الفيدهورن -:</u>

من الطبيعى ان يحتار المشترى فى افضل الانواع التى يشتريها .. ولكن ذلك يحدث فى اوروبا اما فى البلاد العربية ليس هناك اختيار واسع ..

حيث لا يتوافر فى السوق المصرى على سبيل المثال الا ماركتان للفيدهورن الثنائى هما الشابارال (وهو الافضل عندما كان صناعة امريكية) والبانسات..

اما الفيدهورن الاحادى فيزيد على هاتين الماركتين ماركة جاردنر .

ومع دخول عصر الرقمية اصبح تركيب الفيدهورن غير ذو اهمية حيث يتم تغيير القطبية من الـــ LNB الماجنتيك بالاضافة الى قرب نهاية عصر حزمة البث من النوع سى باند .

ملاحظة هامة ..

يلجا البعض وذلك توفيرا للنفقات الى تركيب فيدهورن احادى للـــ LNB الخاص بالحزمة كيوباند وتركيب LNB سى باند على كوع وهذا يتسبب فى ضعف استقبال القنوات ذات القطبية المختلفة ..

كما ان التركيب الخاطئ لموقع الفيدهورن حول محوره يتسبب فى عدم الاستفادة الكبرى من وظائف الفيدهورن فنرى ان ضبط القطبية من خلال الريسيفر يختلف من جهاز لاخر ..

ومن الاعطال التى تصيب الفيدهورن عدم قدرتها على تغيير القطبية او تاخرها فى عمل ذلك .. ويرجع السبب الى ربط "اكس" ابرة القطبية بشدة مما يقاوم حركة الموتور فيصبح ثقيلا .. او عطب موتور السيرفو مما يستوجب تغييره بموتور اخر

رابعا : الموتور (ذراع الحركة Actuator)

الموتور من المكونات الاساسية للنظم المتحركة .. ويتسبب فى توقف حركة الطبق لابسط الاسباب وقد تؤدى الى احتراق الفيوز او دائرة التغذية .. وقد يصل العطل الى انحناء الذراع نفسه او توقف الطبق عند احد اطراف الآرك شرقا او غربا .. وهناك نوعان من اذرع الحركة (الموتور) ..

<u>النوع الاول : الموتور الراسى باحجام ومقاسات مختلفة – وهو الاكثر انتشارا وشيوعا –</u>

<u>النوع الثانى : (موتور H/H من الافق الى الافق) . ..</u>

<u>الموتور الراسى :</u>

عبارة عن عمود اسطوانى داخلى يتحرك راسيا داخل اسطوانة ثابتة بواسطة موتور صغير يتغذى بجهد كهربائى قدره ٣٦ فولت يستمدها من جهاز الريسيفر .. وتقوم مجموعة التحميل Mount الخاصة بالطبق بتحويل الحركة الراسية للاسطوانة الداخلية الى حركة شبه دائرية والتى ترسم مسار حركة الطبق شرقا وغربا ..

هناك عدة مقاسات من الموتور الراسى تبدا من مقاس ٨ بوصة ، ١٢ ، ١٨ ، ٢٤ ، ٣٦ بوصة لتتناسب مع حجم الطبق .. فالطبق قطر 90 سم لا يلزمه اكثر من ١٢ بوصة فى حين ان الطبق ذو قطر ٢٤٠ سم يحتاج الى ٢٤ بوصة .. وقد يحتاج طبق ٢٤٠ سم الى موتور ٣٦ بوصة لاعطائه مزيد من القوة واتساع الآرك وتفادى بعض الاعطال .

ويتصل الموتور بجهاز الريسيفر من خلال اربعة اسلاك :

*الاول M1 والثانى M2 ووظيفتهما تغذية الموتور بالكهرباء فتتحرك الاسطوانة الداخلية الى اسفل او اعلى مسببة دوران الطبق شرقا او غربا .

* السلك الثالث يتم توصيله بالارضى .

* السلك الرابع يتصل بالحساس Sensor وهو الذى يحسب عدد النبضات الكهربائية الواصلة للموتور حتى يتوقف عن الحركة حسب برمجة الجهاز .

مشاكل الموتور الراسى -:

اكبر المشاكل التى يواجهها الموتور الراسى تكون بسبب اخطاء التركيب التى تتسبب فى عدم دوران الطبق على آرك الاقمار او عدم رجوعه الى مواقع الاقمار السابق تخزينها فى الريسيفر او تغيير فى قيمة الزاوية الراسية (Elevation) واتجاه الجنوب الجغرافى..

وهناك العديد من الاسباب مثل -:

* حركة غير محكمة لاسطوانة الذراع الداخلى بسب عدم وضع العدد الكافى من الصواميل او الورد فى اماكن التثبيت..

* تآكل الاسطوانة الداخلية او الحلقة الداخلية للاسطوانة بسبب عدم استخدام كراسى التثبيت ..

* كما ان دخول المياه الى داخل الذراع بسبب تآكل العازل المطاطى بين الاسطوانة الداخلية والخارجية للموتور من الاعطال التى تصيب الموتور ..

وهناك اعطال تصيب الموتور بسبب تجاوز الحد الشرقى او الغربى للموتور من خلال الريسيفر ؛ حيث يوجد داخل الموتور ريشة تفصل الكهرباء عنه عند وصول الموتور الى اقصى او ادنى ارتفاع له ، فاذا كانت الريشة قريبة فان مدى ذراع حركة الموتور يكون اقل وكذلك اذا كانت الريشة بعيدة او مفقودة فان ذراع الحركة يستمر الى ان يسقط الطبق عند احد اطراف نهاية الآرك .

<u>الموتور -: H/H</u>

ويسمى ايضا المتور ذو الحركة القطبية لانه يحرك الطبق بين القطبين او من الافق الشرقى الى الافق الغربى .. وهو يحقق مدى اوسع لقوس الرؤية) الآرك) الذى يتحرك عليه الطبق من الشرق الى الغرب ويمكن اعتبارها حركة نصف دائرية تساوى ١٨٠ درجة وهذا يعنى الوصول بالزاوية الراسية للطبق الى صفر على طرفى نهاية الحركة وهو غير فعلى فى الحقيقة اذ تصل الى ٥ درجة فقط .. يعمل موتور H/H بنظرية مختلفة عن الموتور الراسى اذ يعتمد فى حركته على علبة من التروس .. كما ان هذا الموتور لا يتم تركيبه على اى طبق بل يلزمه طبق مصنع خصيصا مع مجموعة حركة Mount يتيح تركيب الطبق على هذا

<u>ملاحظة هامة -:</u>

هناك العديد من التصميمات الجديدة التى ظهرت فى اوروبا تتيح تحويل الموتور الراسى ليقوم بتحريك الطبق من الافق للافق.

خامسا : الاســـلاك او الكابلات

من مكونات انظمة استقبال القنوات الفضائية الاساسية الاسلاك الاتية -:

* سلك شيلد (RG6) وهو السلك الواصل من الـــ LNB الى مدخل الريسيفر ..

* سلك الموتور وهو ٤ طرف ..

* سلك الفيدهورن وهو ٣ طرف ..

وعادة ما يكون سلك الموتور وسلك الفيدهورن فى كابل واحد يحتوى على ٧ اسلاك مفردة .. ولكن مع النظام الرقمى لا يحتاج النظام الا الى سلك الشيلد وسلك الموتور فقط .

سادسا : اجهزة الاستقبال

وهى اجهزة الريسيفر او الديكودر سواء بالنظام التماثلى (الانالوج) او الرقمى (الديجيتال) .. وهناك تصنيف اساسى لاجهزة استقبال القنوات الفضائية على النحو التالى -:

اجهزة استقبال بنظام الانالوج -:

تنقسم هذه الاجهزة الى نوعين هما:-

* اجهزة استقبال ثابتة

** اجهزة استقبال متحركة

والاختلاف بينهما يكمن فى وجود موجه اطباق Positioner وذلك لتحريك الاطباق لاستقبال القنوات الفضائية من اقمار متعددة..

ويوجد ايضا موجه اطباق منفصلا يباع فى الاسواق يتم توصيله باجهزة الاستقبال الثابتة ..

ومن اشهر انواع اجهزة الاستقبال الثابتة : بنجامين ٣٥٠٠ و وينرسات ٩٠٠ و ايكوستار ٢٠٠ ..

ومن اشهر انواع اجهزة الاستقبال المتحركة : بنجامين ٦٠٠٠ بلاس و دريك ٣٠٠ و شابارال و ايكوستار ال تى ٧٨٠٠ و وينرسات ٩٠٣ .

اجهزة الديكودر بنظام الانالوج :-

وهذه الاجهزة يتم توصيلها بجهاز الاستقبال لفك القناة المشفرة ولا تقوم بالاستقبال الفضائى نفسه ولكن تاخذ الاشارة من الريسيفر ليتم فك الشفرة ثم ترسل الاشارة الى التليفزيون ..

ومن اشهر انواع الديكودر بالنظام التماثلى ديكودر D2Mac الخاص بقناة ايروتيكا .

اجهزة الريسيفر بالنظام الرقمى:-

وهى اجهزة استقبال القنوات الفضائية بالنظام الرقمى المفتوح Free-To-Air اى لا تستقبل القنوات الرقمية المشفرة التى من المحتمل الاشتراك فيها .. كما لا يمكن توصيلها بجهاز فك شفرة ..

وهذه الاجهزة من النوع الثابت اى لا تقوم بتحريك الاطباق الى الاقمار المختلفة لذلك يتم توصيل موجه اطباق خارجى Positioner لمن يرغب فى استقبال القنوات الرقمية المفتوحة من اكثر من قمر صناعى:-

ومن اشهر انواع الريسيفر الرقمى بنجامين ٦٠٠٠ الرقمى و سكاى سات و جاما .

اجهزة الديكودر بالنظام الرقمى:-

وهى تقوم بنفس وظيفة الريسيفر الرقمى بالاضافة الى امكانية استقبال القنوات المشفرة ومشاهدتها بعد الاشتراك بها طبعا .. والديكودر الرقمى ينقسم الى اكثر من نوع :-

*ديكودر رقمى خاص بقناة معينة مثل ديكودر اوربيت ولكنه لا يستقبل القنوات الرقمية المفتوحة .

*ديكودر رقمى خاص بنظام تشفير ايرديتو فقط وهو يستقبل القنوات الرقمية المفتوحة والقنوات الرقمية المشفرة بنظام ايرديتو فقط .. مثل ديكودر نوكيا ٩٢٠٠ و جالا***ز٦٠٠ و صن مون ستار و بانسات .. الخ .

*ديكودر رقمى خاص بنظام تشفير فيا***س مثل ديكودر نوكيا ٩٥٠٠ .

*ديكودر رقمى بسطح مشترك Common Interface وهو يستقبل القنوات الرقمية الرقمية المفتوحة والمشفرة باكثر من نظام تشفيرى واحد) ايرديتو-فيا***س-نيجرافجن .. الخ) بشرط وجود الوحدة الخاصة بالنظام التشفيرى CAMمثل نوكيا٩٨٠٠ و يورستار و بنجامين٦٦٠٠ ..

وجميع اجهزة الديكودر الرقمية السابق ذكرها ينقصها موجه اطباق داخلى والذى يتميز به جهاز ديكودر ايكوستار٢٥٠٠ ذو السطح المشترك وموجه الاطباق الداخلى.

اجهزة الريسيفر بالنظامين التماثلى والرقمى :-

وهى اجهزة ريسيفر تستقبل القنوات الفضائية بنظام الانالوج والرقمى المفتوح مثل ايكوستار ٢٠٠٠ وايضا اجهزة ديكودر بالنظام الرقمى لاستقبال القنوات الرقمية المفتوحة والمشفرة باكثر من نظام تشفيرى واحد Common Interface بالاضافة الى استقبال القنوات التماثلية مثل ايكوستار ٣٠٠٠

الموجات اللاسلكية في الرادارد

الكاشوف أو الرادار (بالإنكليزية: Ranging And Detection Radio (Radar:

هو نظام يستخدم موجات كهرومغناطيسية للتعرف على بعد وارتفاع واتجاه وسرعة الأجسام الثابتة والمتحركة كالطائرات، والسفن، والعربات، وحالة الطقس، وشكل التضاريس. يبعث جهاز الإرسال موجات لاسلكية تنعكس بواسطة الهدف فيتعرف عليها جهاز الاستقبال. وتكون الموجات المرتدة إلى المستقبل ضعيفة، فيعمل جهاز الاستقبال على تضخيم تلك الموجات مما يسهل على الكاشوف أن يميز الموجات المرسلة عن طريقه من الموجات الأخرى كالموجات الصوتية وموجات الضوء. يستخدم الكاشوف في مجالات عديدة كالأرصاد الجويّة لمعرفة موعد هطول الأمطار، والمراقبة الجوية، ومن قبل الشرطة لكشف السرعة الزائدة، وأخيرًا والأهم استخدامه بالمجال العسكري. سمي الرادار بهذا الاسم اختصارا لعبارة

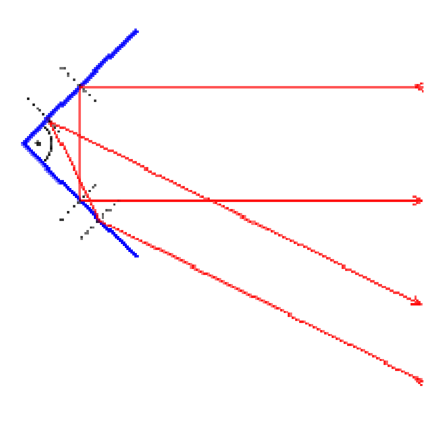
أول من استعمل الموجات اللاسلكية للكشف عن وجود أجسام معدنية عن بعد كـــان العالم الألماني كريستيان هولسماير الذي كشف عن وجود سفينة في الضباب ولكن من غير تحديد المسافة وذلك في عام ١٩٠٤.[٥][٦][٧]

أنشأ نيكولا تيسلا رائد علم الكهرباء الأسس المرتبطة بين الموجات ومستوى الطاقة قبل الحرب العالمية الثانية، وبالتحديد في شهر أغسطس من سنة ١٩١٧، فكان هذا الكاشوف البدائي.[٨]

أما الكاشوف أحادي النبض فقد ظهر في عام ١٩٣٤ بالولايات المتحدة ثم ألمانيا وفرنسا، وذلك على يد إميلي جيراردو، الذي اخترع أول كاشوف فرنسي حسب تصورات تيسلا الأساسية، في حين أن أول ظهور للكاشوف الكامل كان في بريطانيا، حيث طوّر كإحدى وسائل الإنذار المبكرة عن أي هجوم للطائرات المعادية، وذلك في عام ١٩٣٥. ازدادت نسبة الأبحاث خلال الحرب العالمية الثانية بهدف ابتكار أفضل الكواشف بوصفها تقنيات دفاعية، حتى ظهرت كواشف متحركة بمواصفات أفضل. وخلال السنوات التي تلت الحرب، استخدم الكاشوف بشكل كبير في المجال المدني، كمراقبة الملاحة الجوية والأرصاد وحتى بالمجال الفلكي بعلم قياسات الفضاء.

أساسيات عمل الكاشوف

الانعكاس



طريقة عمل الزوايا العاكسة.

تنعكس الموجات الكهرطيسية، وأحيانًا تتبدد، عند أي اختلاف كبير في ثوابت العزل الكهربائي أو التعاكس المغناطيسي (الديامغناطيسية)، وهذا يعني أن المواد الصلبة الموجودة بالهواء أو الفراغ أو أي تغيير ملموس بالكثافة الذرية بين الجسم والبيئة المحيطة به سوف يبدد الإشعاع أو الموجات اللاسلكية، وتنطبق على الموصلات الكهربائية كالمعادن والألياف الكربونية والتي تساعد الكاشوف على الكشف على الطائرات والسفن بسهولة.

تحتوي المواد التي تمتص موجات الكاشوف على مقاومة ومواد مغناطيسية وتستخدم بالعربات العسكرية لخفض انعكاس الموجات، وكذلك الحال بالنسبة للأصباغ الداكنة.

تتشتت موجات الكاشوف بعدة أشكال اعتمادا على طول الموجة وشكل الهدف. فإذا كان طول الموجة أقصر من حجم الهدف فإن الموجة سترتد باتجاهــات متغــايرة كالضوء على المرآة، وإذا كانت الموجة أطول من حجم الهدف فإن الهدف سيكون متقاطب (الشحنات الموجبة والسالبة منفصلة) مثــل الإريــال ثنــائي الأقطــاب. استخدمت الكواشف المبكرة موجات ذات أطوال عالية أطول من الهدف مما جعلها تستقبل إشارات مبهمة، لكن الحديثة منها تستخدم أطوال قصيرة جدا بحيث يمكنهــا التقاط أهداف بحجم رغيف الخبز.

تنعكس الموجات اللاسلكية القصيرة من الزوايا والمنحنيات بطريقة مشابهة للمعــان قطعة زجاج مدورة. وللأهداف الأكثر عكسا للموجات القصيرة زوايا يصل قياسها إلى ٩٠ درجة بين الأسطح المنعكسة، الجسم الذي يحتوي على ٣ أســطح تلتقــي بزاوية واحدة كزاوية علبة، تعكس الموجات الداخلة إليها مباشــرة إلــى المــصدر وتسمى بالزوايا العاكسة وهذه الطريقة تستعمل لتسهيل الكشف الــرإداري وتوجــد بالقوارب لتسهيل حالات الإنقاذ وتقليل الاصطدامات.

وهناك أنواع من الأجسام المصممة لتجنب الكشف الرإداري، وذلك بعمــل زوايــا أجسامها بطريقة تمنع الكشف، حيت أن حوافها تكون عمودية لاتجاه الكشف ممــا يقود لاتجاه العكس كما بطائرة الشبح، ومع ذلك فإن التخفي لا يكون كاملا بــسبب عامل انحراف الموجات وخاصة للموجات الطويلة.

معادلة الكاشوف



كاشوف جوّي. لاحظ المناطق الباهتة التي تدل على انعكاس الموجات اللاسلكية.

كمية الطاقة للإشارة المرتدة إلى الكاشوف المرسل تعطى بالمعادلة التالية:

$$P_r = \frac{P_t G_t A_r \sigma F^4}{(4\pi)^2 R^4}$$

حيث أن:

- P_t = الطاقة المرسلة
- G_t = زيادة إرسال الهوائي
- A_r = مساحة الهوائي المرسل
- σ = المقطع العرضي للرادار

- F = عامل الانتشار
- R = المسافة أو المدى بين المرسل والهدف

يلاحظ من خلال المعادلة أن كمية طاقة الإشارة المرتدة تضعف إلى مستوى أقل من ربع طاقة المدى مما يعني أن قوة الإشارة المستلمة تكون ضعيفة جدا.

عامل الانتشار=١ في حالة الفراغ مما يفيد بعدم وجود أي تشويش، وهـذا العامـل ينسب إلى تأثير الانتشار والتضليل وطبيعة البيئة المحيطة وحتى الفقـدان خـلال الطريق. بعض المعادلات الرياضية التي تطور إشارة الكاشوف تضيف تـصنيف زمن التردد (المويجة) وتستخدم في كشف الأهداف المتحركة.

<u>الاستقطاب</u>

يتعامد المجال الكهربائي لإشارات الكاشوف المرسلة مع اتجاه الموجة، واتجاه هـذا المجال يكون هو استقطاب الموجة، وبالتالي فإن قطبية الكاشوف تكون إما أفقية أو عمودية أو على شكل خط مستقيم أو دائرية، حتى يمكنه الكشف على عدة أنواع من الانعكاسات، فمثلا الاستقطاب الأفقي يستخدم لتقليل التشويش الآتي مـن المطـر، والاستقطاب المعاد على خط مستقيم يستخدم للتعريف علـى الأجـسام المعدنيـة، والاستقطاب العشوائي المعاد يدل على الأسـطح الـصغيرة والأجـسام الـصلبة كالصخور والأرض وهذا النوع من الكواشف يستخدم لمراقبة الملاحة الجوية.

التداخل

يهدف نظام الكاشوف إلى تخطي بعض الإشارات غير المرغوبة الناشئة من مصادر داخلية أو خارجية، سواء سلبية أو إيجابية، حتى تظهر الأهداف الحقيقية. وتعرف تلك المقدرة على تخطي موجات التشويش بنسبة الإشارة إلى الضجيج، (بالإنكليزية: signal to noise ratio، SNR)، وكلما كانت النسبة سالفة الذكر مرتفعة كلما كانت نقاوة الموجة المستقبلة أفضل.

الضوضاء

إشارة الضوضاء هي مصدر داخلي من الاختلافات المتعددة للإشارة، وتشكلت إلى حد ما من قبل القطع الإلكترونية الداخلية. وهي مضافة بشكل عشوائي على الموجة المرتدة بالكاشوف المستقبل، وكلما ضعفت الإشارة المستقبلة كلما زادت صعوبة تطهيرها من الضجيج، وأفضل مثال على ذلك هو سماع همسات بجانب طريق مزدحم. لذلك من الأهمية تقليل تلك الضوضاء بتقليل عواملها، وتقاس تلك الضوضاء المنتجة داخل الجهاز المستقبل مقارنة مع الجهاز المثالي وكلما قلت الكمية المقروءة كلما كان الاستقبال أفضل.

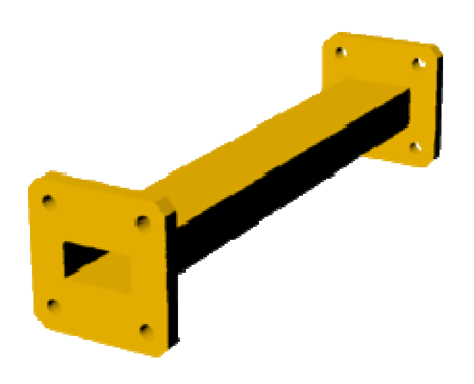
هناك ضوضاء ذات مصدر خارجي يكون سببها عادة الحرارة الطبيعية المحيطة بالهدف. في أنظمة الكاشوف الحديثة، تكون أجهزة الاستقبال ذات كفاءة بحيث أن الضوضاء الداخلية تكون بسيطة وأقل حدة من الضوضاء الخارجية. أيضا هناك ما يعرف بالضوضاء المتقطعة، التي تظهر خلال مرور الإلكترونات وتكون ذات علاقة عكسية مع الموجة، بمعنى أنه كلما زادت قوة الموجة كلما قلت تلك

الضوضاء بشكل كبير. يستخدم الكاشوف النبضي النظام التمازجي، بمعنى اقتـــران ترددين.

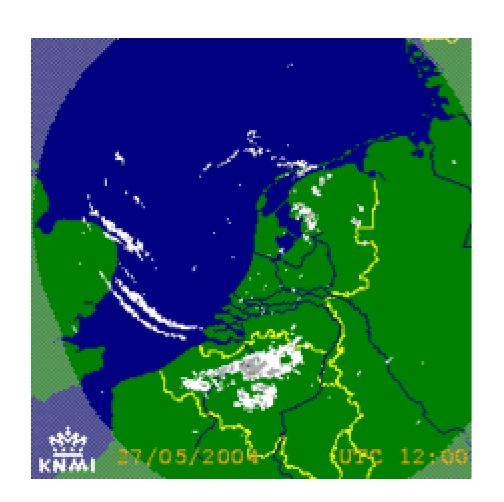
الموجة المزعجة

يرجع مصدر الموجة المزعجة أو الفوضوية إلى الموجة اللاسلكية الحقيقية، وهـــي عبارة عن صدى لموجة تعود من الهدف غير ذات فائدة بالنـــسبة للعامــل علـــى الكاشوف. ومن الأهداف التي تحتوي على الموجة الفوضوية:

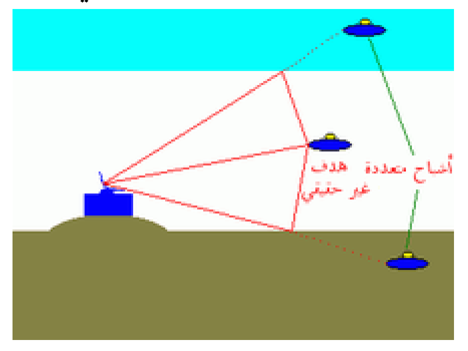
- الأجسام طبيعية كالأرض والبحر، والمنتشرة كالمطر والـــثلج والأعاصـــير الرملية والجوية والحيوانات وتأثير الغلاف الجوي والنيازك الصغيرة وحتى الأجسام المبتكرة من قبل البشرية كالمباني أو مضادات الكواشف كالشذرات والخدع الرإدارية.



صورة لمرشد الموجة الذي يوضع بين الهوائي والجهاز المرسل المستقبل.



موجات مشوشة تظهر وتختفي.



أهداف غير حقيقية: أشباح أو خيال.

- تظهر إحدى أشكال التشويش بسبب طول كبل مرشد الموجة (بالإنكليزية: waveguide) ما بين جهاز المرسل-المستقبل (بالإنكليزية: transceiver) وبين الهوائي، بشاشات الكاشوف ذات مبين الموقع الإسقاطي (بالإنكليزية: PPI plan position indicator) عليها وراداراها الدوار، حيث تظهر نقط أشبه بالومضات بمنتصف الشاشة تكون عادة بسبب صدى الغبار الذي

يسبب تغيير بالإشارة اللاسلكية. معظم تلك الومضات تكون بسبب انعكاس الموجات المرسلة قبل خروجها من الهوائي، وفي سبيل التقليل من تلك الومضات ينبغي تغيير التوقيت ما بين لحظة الإرسال واللحظة التي يبدأ الاستقبال بالعمل.

- بعض الموجات المزعجة تكون غير معرفة لبعض الكواشف، ومثال ذلك غيوم الأعاصير التي لا يتعرف عليها كاشوف أسلحة الدفاع الجوي ولكنها معرفة بكواشف الأرصاد الجوية، بتلك الحالة تعتبر هذه الموجة سلبية بسبب عدم الحاجة لها. هناك عدة طرق لكشف وتحييد تلك الموجات التي تعتبر بتلك الحالة مزعجة، وتعتمد تلك الطرق على ظهور الموجة المزعجة ثابتة خلال الكشف الرإداري، لذلك عند مقارنة تسلسل صدى الكشف يلاحظ أن الموجات المرغوبة تتحرك بينما جميع موجات الصدى الثابتة تختفي من على الشاشة.

- موجات البحر الفوضوية تقلل بواسطة الاستقطاب الأفقي والمطر يقلل بواسطة الاستقطاب الدائري. يلاحظ أنه بحالة كاشوف الأرصاد الجوية تكون تلك الخصائص مطلوبة لذلك يستعمل استقطاب الخط المستقيم لكشف المطر وحالة البحر وغيرهما. هناك طريقة تسمى "ثابت معدل الإنذارات الكاذبة" (بالإنكليزية: Rate Constant False-Alarm)، وهي شكل من أشكال ضبط الزيادة التلقائية (بالإنكليزية: Control Automatic Gain)، وهي تعتمد على كون صدى الموجات الفوضوية الراجعة أكثر بكثير من صدى الأهداف المرغوبة، وبالتالي فإن زيادة الجهاز المستقبل ستعدل تلقائيا

للمحافظة على المعدل الثابت للموجات للفوضوية المرئية، وقد لايمكن لهـذا الجهاز أن يعمل بكفاءة في حالة استقبال هدف يكون مغلف بموجة فوضوية قوية، ولكن له المقدرة على تمييز مصدر الموجات القوية. كان ضبط الزيادة التلقائية يتم التحكم به إلكترونيا في السابق، لكـن حاليـا أصـبح مبرمجـا ويسيطر على الزيادة مع قابلية أكثر للتعديل للكشف عـن خلايـا محـددة بالكاشوف.

- قد تنشأ بعض الموجات الفوضوية من صدى ذو مسارات متعددة صادر عن هدف حقيقي وذلك بسبب الانعكاسات الأرضية والغلاف الجوي أو انعكاس الغلاف الأيوني. يعتبر هذا النوع من الموجات الفوضوية مزعجا بالنـسبة للبعض بسبب أنها تتحرك وتتصرف كهدف حقيقي، الأمر الذي ينتج عنه ما يسمى بالأشباح أو الخيال.

ومثال هذا: صدى الطائرة إلى الكاشوف هو انعكاس من عدة اتجاهات من الأرض ومن فوق الهدف يظهر على جهاز الاستقبال كهدف حقيقي تحت الهدف الأصلي. قد يحاول الكاشوف أن يوحد الأهداف معطيا للهدف ارتفاع غير حقيقي أو قد يمنعهـا بالمرة وهو الاحتمال الأسوأ، بسبب اختلاف المعطيات للهـدف أو لأن التطبيقـات تكون غير ممكنة. يمكن التغلب على تلك المشاكل بواسطة دمج الخريطة بالكاشوف ومنع جميع أنواع الصدى التي تظهر تحت الأرض أو فوق ارتفاع معين.

تستخدم الأنواع الحديثة من الكواشف الأرضية للمطارات الخوارزميـات للتعـرف على الأهداف المزيفة بواسطة مقارنة النبضات الآتية حديثا مع المجاورة معها، مثل

حساب الراجع غير المحتمل مثل حساب الارتفاع والمسافة والتوقيت ما بين الإرسال والاستقبال.

التشويش

إن مصدر تشويش الكاشوف هو الموجات اللاسلكية الناشئة من خارج النظام، وهي ترسل على موجة الكاشوف وتخفي الأهداف المرغوبة. قد يكون التشويش متعمدا، كما في حالة الأسلحة المضاد للكواشف المستخدمة في الحروب الإلكترونية، وقد يكون غير متعمد كما في حالة موجات الكواشف الصديقة التي تعمل على نفس الموجة الرإدارية. ينظر إلى التشويش على أنه قوة تداخل فعالة، لأنها تنشأ من عناصر خارج النظام غير مرتبطة بإشارات الكاشوف.

يعتبر التشويش مشكلة معقدة، ذلك لأن الموجة المشوشة تحتاج أن تتوجه إلى الكاشوف المعني دون حاجة للرجوع، بينما موجة الكاشوف تتجه ذهابا وإيابا: الكاشوف–الهدف–الكاشوف، فتقل قوتها بشكل ملموس مع عودتها للمستقبِل. تحتاج أجهزة التشويش إلى طاقة أقل من أجهزة الكاشوف ولكنها تبقى ذات فعالية قوية وقادرة على إخفاء الأهداف، الواقعة ضمن مدى البصر، من المشوش إلى الكاشوف (فص التشويش الرئيسي، Main lobe Jamming). للمشوش تأثير مضاف إلى تأثير الكاشوف على طول مدى البصر خلال استقبال موجة الأخيرة، ويسمى هذا التأثير "فص التشويش الجانبي" (بالإنكليزية: Jamming Side lobe). يمكن تقليل فص التشويش الرئيسي عن طريق تضييق الزاوية المجسمة له، ولكن لا يمكن إزالتها خاصة عندما تواجه مباشرة المشوِش الذي يستخدم نفس الموجات ونفس

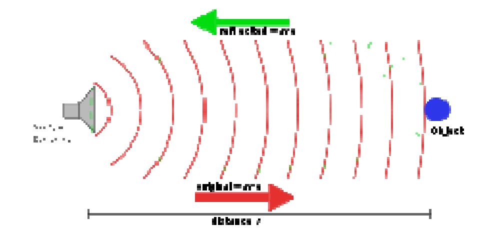
الاستقطاب الذي يستخدمه الكاشوف. يمكن التغلب على الفصوص الجانبية للتشويش بواسطة تصميم هوائي يقلل استقبال الفصوص الجانبية، وأيضا عن طريق استخدام هوائي لجميع الاتجاهات (بالإنكليزيـــة: antenna omni directional) لكـــشف وإهمال إشارات الفصوص الجانبية.

من التقنيات الأخرى المضادة للتشويش: الاستقطاب وقفزات التردد، والأخيرة عبارة عن تغيير التردد بتسلسل عشوائي يعرفه المرسل والمستقبل فقط. يـــشكل التـــداخل حاليا مشكلة للنطاق C-band الذي تستخدمه الأرصاد الجوية على موجة ٥,٤ جيغا هرتز مع تقنية الواي فاي.

تجهيز إشارة اللاسلكي

قياس المسافة

وقت العبور



رحلة الموجة ذهابا وإيابا.

هناك طريقة واحدة لقياس بعد الهدف وهي إرسال نبضة قصيرة من موجة لاسلكية (إشعاع كهرومغناطيسي) ثم حساب الوقت حتى عودتها من الهدف، وسرعة الموجة هي سرعة الضوء(١٨٦,٠٠٠ ميل بالثانية) والمسافة تكون نصف الرحلة كلها (ذهابا وإيابا)، ويتطلب حساب هذه المسافات بدقة بعض الأجهزة المتطورة الدقيقة.

إن المستقبِل لا يعمل في لحظة إرسال الموجة والسبب هو جهاز المبدل التناوبي (بالإنكليزية: Duplexer)، وهو يعمل على تناوب الكاشوف ما بين إرسال واستقبال بمعدل زمني محدد سلفا، ولمعرفة مسافة الهدف يقاس طول الموجة ويضرب بالسرعة ويقسم الحاصل على اثنين. أما الكشف على أهداف أقرب فيتطلب توافر موجات أقصر.

ومن العوامل التي تفرض استعمال المدى الأقصى، عودة النبضة من الهدف بلحظة إرسال نبضة أخرى، الأمر الذي يجعل المستقبِل لا يستطيع التمييز بين النبضات، وبهذه الحالة ينبغي إطالة المدى باستخدام وقت أطول بين النبضات أو ما يسمى توقيت تكرار النبضات (بالإنكليزية: time pulse repetition). المشكلة أن هذان العاملان يميلان لأن يكونا متضادين، إذ ليس سهلا دمج موجتان إحداهما قصيرة المدى والأخرى طويلة بكاشوف واحد، والسبب أن النبضات القصيرة المطلوبة عند الحد الأدنى للبث الجيد ذات طاقة ضعيفة، مما يقلل عدد الموجات العائدة وتكون الأهداف صعبة الكشف، ولتجنب ذلك تتم زيادة النبضات مرة أخرى لتقليل الحد الأعلى للمسافة، لهذا السبب فإن كل كاشوف يستخدم نوع خاص من الإشارة.

فالكواشف ذات المدى البعيد تستخدم نبضات طويلة ذات توقيــت انتــشار أطــول، والكواشف ذات المدى القصير تستخدم نبضات قصيرة مع توقيــت انتــشار أقــل، لتشكيل عدد من النبضات والتوقيت يسمى تردد النبضات المتكــرر (بالإنكليزيــة: frequency pulse repetition)، وهو أحد الصفات المهمة للكاشوف. ومنــذ أن تطورت أنظمة الكواشف بحيث أصبح بإمكانها تغيير تردد النبضات المتكرر ومــن ثم تغيير المدى، أصبحت الكواشف المتطورة أو الحديثة تطلق نبــضتين بالــضربة الواحدة، إحداهما للمسافات القصيرة، أي لحوالي ٦ أميال، والأخرى لحــوالي ٦٠ ميل للمسافات الطويلة. يعتمد تحليل المسافة ومميزات الإشارة المستقبلة (مقارنة مع الإزعاج الآتي معها) بقوة على شكل النبضة. تكون النبضة عادة معدلة للحــصول على كفــاءة أفــضل بتقنيــة تــسمى انــضغاط النبــضات (بالإنكليزيــة: pulse compression).

تعديل التردد

شكل آخر لقياس المسافة بالكاشوف يستند على تعديل التردد FM، ومقارنة التــردد ما بين إشارتين أكثر دقة إلى حد بعيد (حتى بالأنظمة الرإدارية القديمة) من توقيت الموجة، عن طريق تغيير تردد الإشارات الراجعة ومقارنتها مع الأصلية ثم حساب الفرق بينهما. تستخدم هذه التقنية بكاشوف الموجة المتصلة وبالطائرات كذلك الأمر حيث يطلق عليه تسمية مقياس الارتفاع الراديوي. تكون إشارة الكاشوف الحاملــة بتلك الأنظمة معتدلة التردد، أو تتخذ شكل موجة الجيب أو شــكل ســن المنــشار لترددات الصوت، وهذه الإشارة ترسل بهوائي ويــستقبلها هــوائي آخــر (وتلــك الهوائيات تكون بالجانب السفلي من الطائرة) وتتم المقارنة بين الإشــارات بــشكل

متواصل. بما أن تردد الإشارة يتغير فالإشارة العائدة تكون مزاحة عــن ترددهــا الأصلي، فمعدل الإزاحة يزداد كلما ازدادت الفترة لعودة الإشارة، أي كلمــا ازداد الفرق بالتردد كلما كانت المسافة أطول. يعتبر نظام معالجة الموجة هنــا مــشابها لنظام كاشوف دوبلر.

قياس السرعة

السرعة هي فرق المسافة مع الزمن، لذلك فإن النظام الموجود لقياس المسافة يقترن مع سعة الذاكرة لمعرفة مكان وجود الهدف فيسهل عليه قيــاس الــسرعة. كانــت الذاكرة بالقلم والمسطرة على الشاشة لاستخراج السرعة سابقا، أما الآن فالكاشــوف الحديث يستخلص السرعة بكفاءة أفضل بواسطة الحاسوب. وإذا كانــت معطيــات المرسل متماسكة أي متطابقة المراحل، فسيكون هناك تأثير آخر لجعــل قياســات السرعة فورية دون حاجة للذاكرة، وهو ما يسمي بتــأثير دوبلــر. تــستخدم هــذه الأساسيات بالأنظمة الحديثة للكاشوف وتسمى "كاشوف دوبلــر النبــضي". تكــون الإشارات العائدة من الهدف منحرفة عن التردد الأصلي خلال تأثير دوبلر مما يمكن حساب سرعة الجسم بالنسبة إلى الكاشوف. يمكن لتأثير دوبلر أن يحــدد الــسرعة النسبية للهدف خلال مدى البصر الخاص الممتد من الكاشوف للهدف فقــط. فــأي عنصر من سرعة المستهدف يكون عمودي على مدى البــصر لا يمكــن تحديــده بطريقة تأثير دوبلر وحدها، ولكن يمكن تحديده بمتابعة اتجاه السمت للهدف، وهــذا النظام الأخير يسمى "كاشوف الموجة المتصلة".

تقليل تأثيرات التداخل

يستخدم معالج الإشارة بالكاشوف لتقليل آثار التداخل، وذلك بالأنظمة التالية: بيان الأهداف المتحركة، كاشوف دوبلر، معالجات كشف الأهداف المتحركة، معالجة تكيف الزمن الفضائي، ثابت معدل الإنذارات الكاذبة، معالج التضاريس الرقمي الذي يستخدم في بيئات الموجات المزعجة، بالإضافة إلى أنه مرتبط بأهداف كاشوف المراقبة الثانوي.

هندسة الكاشوف

يحتوي نظام الكاشوف على العناصر التالية:

- المرسل: هو الذي يولد الإشارة اللاسلكية مع المذبذب مثل الماغنترون (وهو صمام إلكتروني مغناطيسي) والكليسترون الذي يتحكم بعمل الدورة بواسطة مغير الموجة.
- مرشد الموجة: وهو متصل بالمرسل والمستقبل.
- المبدل التناوبي: وهو يعمل على تناوب الهوائي ما بين إرسال واستقبال.
- المستقبل: يعرف شكل الإشارة المستلمة أو (النبضة)، والمستقبلات المثالية تكون ذات مصفاة ملائمة.
- الجزء الإلكتروني الذي يهيمن على المنظومة والهوائي لأداء المسح الرإداري الذي تتطلبه البرمجيات.
- وصلة المستخدم.

تصميم الهوائي

تنتشر إشارة الموجة اللاسلكية التي تبث من الهوائي بجميع الجهات، كـذلك فـإن الهوائي الذي يستقبل الإشارات يستقبلها من جميع الجهات، وهذا ما يسبب للكواشف مشكلة تحديد موقع جسم الهدف. كانت الأنظمة القديمـة تـستخدم هـوائي متعـدد الاتجاهات للبث مع هوائيات استقبال محددة الاتجاه، ومثال على ذلك نظام " Chain Home"، الذي يستخدم هوائيان متعامدان للاستقبال، كل هوائي بشاشة مختلفـة،[١٨] حيث يستقبل الهوائي المتعامد على جسم الهدف أعلى إشارات الموجات، ويـستقبل الهوائي المواجه له الإشارات الدنيا، عندها يستطيع العامل على الكاشوف أن يعرف مكان الهدف بتحريك الهوائي، فيظهر جسم الهدف المطلوب بوضوح على الـشاشة بينما تظهر الأجسام الأخرى بشكل بسيط. أحد أوجه القصور المهمة مع هذا النـوع من الحلول هو أن البث سيكون بجميع الاتجاهات، لـذلك سـتكون نـسبة الطاقـة المفحوصة من المكان المطلوب قليلة وبالتالي للحصول على كمية معقولة من الطاقة الآتية من الهدف يفضل أن يكون هوائي الإرسال موجّه.



طبق من النوع العاكس مكافئ القطع.

<u>عاكس مكافئ المقطع</u>

تستخدم الأنظمة الحديثة طبق ذا توجيه مكافئ المقطع لإنتاج حزمة بث قوية وطبق مماثل للمستقبل لها، مثل تلك الأنظمة تدمج ترددين بالهوائي المفرد للحصول علـــى توجيه تلقائي، أو ما يسمى "غلق الكاشوف".

أنواع المسح

- مسح أولي: يقوم الهوائي الرئيسي بإنتاج حزمة المسح، مثال:المسح الدائري والمسح النطاقي.
- مسح ثانوي: تقوم تغذية الهوائي بإنتاج حزمة المسح، مثال:المسح المخروطي، والمسح المقطع أحادي الاتجاه.
- مسح متقاطع أو نخيلي: تنتج حزمة المسح من تحريك الهوائي مع عناصر تغذيته، وهذا المسح عبارة عن دمج المسحين الأولي والثانوي.

مرشد الموجة المخروم



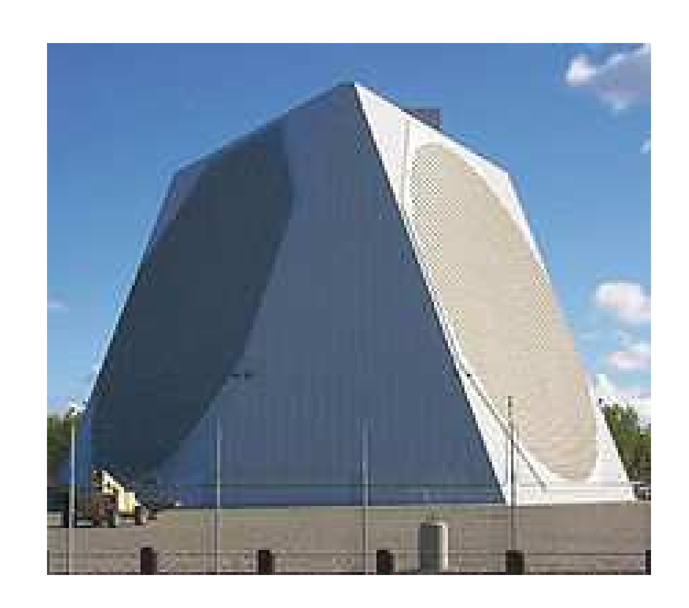
هوائي مرشد الموجة المخروم.

استخدامه مثل استخدام العاكس مكافئ القطع، فهوائي مرشد الموجة المخروم ميكانيكي النقل وملائم لأنظمة مسح الأسطح الغير متابعة (بالإنكليزية: non-scan systems tracking surface) حيث النمط العمودي يبقى ثابتا. يستخدم هذا

المرشد بالسفن والمطارات وكواشف مراقبة الموانئ بسبب كلفته القليلة ومقاومته للرياح بشكل أكبر من الهوائي العاكس المكافئ.

المنظومة التدريجية

من أشكال الكواشف الأخرى ما يسمى بالمنظومة الرإدارية التدريجية، التي تستخدم مجموعة من الهوائيات المتشابهة مماثلة التباعد. وفي هذه المنظومة تكون الإشارة لكل هوائي منفردة، لذلك فإنها تكون قوية بالاتجاه المطلوب وملغية بالاتجاهات الأخرى، فإذا كانت تلك الهوائيات المنفردة على مستوى واحد والإشارة تغذي الهوائيات كل على حدة في كل مرحلة، فإن الإشارة ستكون قوية بالاتجاه العمودي للسطح المستوي. وبتغيير الشكل النسبي للإشارة المغذاة لكل هوائي فإن اتجاه الحزمة سيتحرك لأن اتجاه التداخل البناء سيتحرك، ولأن كاشوف المنظومة التدريجية لا يتطلب حركة للمسح فالحزمة يمكنها مسح آلاف الدرجات بالثانية الواحدة وبسرعة كافية للإشعاع وتتبع أهداف كثيرة، وتدير مدى واسع من البحث بكل مرحلة. يمكن تشغيل بعض الهوائيات وإطفائها ببساطة والحزمة يمكنها الانتشار للبحث والتضييق لمتابعة الهدف، أو تنشطر إلى رإدارين حقيقين أو أكثر حتى، ولكن الشعاع لا يمكن توجيهه بشكل فعال على زوايا صغيرة بأسطح المصفوفات، ولأجل تغطية شاملة فالمصفوفات المتعددة مطلوبة كلها. يقول الخبراء أن التوزيع المثالي للمصفوفات هو على أوجه مثلث هرمي.



رادار المنظومة التدريجية.

كانت كواشف المنظومة التدريجية تستخدم منذ أن ظهر الكاشوف للمرة الأولى أيام الحرب العالمية الثانية، ولكن محدودية الأنظمة الإلكترونية أدت إلى خلـل بالدقـة. وهي حاليا تستخدم بالصواريخ الدفاعية، وهو نظام الدرع الوقائي الموجود بالـسفن وأنظمة صوارخ الباتريوت.

بما أن أسعار البرمجيات والإلكترونيات هبطت، فإن ذلـك النظـام أصـبح أكثـر شمولية، فجميع أنظمة الكاشوف العسكرية الحديثة تقريبا تعتمـد علـى المنظومـة الرإدارية التدريجية، ومع ذلك لا تزال الهوائيات المتحركة التقليدية منتـشرة علـى نطاق واسع والسبب هو رخص السعر، وهي موجودة بمراقبـة الملاحـة الجويـة وكواشف الطائرات المدنية وغيرها.

هذا النظام له قيمة وأهمية بسبب أنه يمكنه تتبع أكثر من هدف. أول طائرة استعملت هذا النظام هي بي-بي١ لانسر. وأول مقاتلة استخدمت تلك المنظومـــة الرإداريـــة (SBI-16 زاسلون) هي طائرات ميغ ٣١،[1] وهي تعتبر إحدى أفضل أنظمة الرادار المحمولة جوا.

الأنترنيت والاتصالات

ما الانترنت ؟ ما كيفية عمله, كيف تنتقل المعلومات عليه ، فهم عناوين الانترنت

الانترنت هو عبارة عن : مجموعة من أجهزة الكمبيوتر وشبكات الكمبيوتر المتصلة ببعضها البعض لإنشاء شبكة عملاقة من أجهزة الكمبيوتر ، هذه الشبكة العملاقة تصل إلى جميع قارات العالم ومن المقرر أن تتزايد بمعدل ٣٣,٠٠٠ في اليوم الواحد.

كيف يعمل الانترنت ؟؟

يمكن لبريد إلكتروني مرسل من جهاز كمبيوتر متصل بشبكة في مثال ١ : كيف كمبيوتر آخر متصل بشبكة في إيطاليا ؟ مصر أن يجد طريقه إلى جهاز

الجواب هو Tcp/ip(بروتوكول التحكم في النقل/ بروتوكول الانترنت).

والبروتوكول هو : مجموعة من البرامج التي تسمح للأنظمة المختلفة بالاتصال ببعضها البعض.

لقد قام قسم الدفاع بتطوير Tcp و Ip كجزأ من مشروعه الأساسي Arpan وكالة مشروعات الأبحاث الشبيكية المتقدمة.

إن أجهزة الكمبيوتر المتصلة بالانترنت يجب أن تستخدم بوتوكول tcp/ipللاتصال بالشبكات الأخرى الموجودة على الانترنت.

ويؤدي كل من جزئي بروتوكل Tcp/ip وظائف مختلفة:

أ- -Tcpهو المسؤول عن سلامة المعلومات عند انتقالها خلال الانترنت ، ويقوم بالبحث عن الأخطاء ، ويمكن أن يتسبب في إعادة إرسال المعلومات إذا كان هناك خطأ أو أجزاء ناقصة.

ب -Ip وهو المسؤول عن تسليم المعلومات إلى المكان الصحيح ، حيث يقوم بالتحكم في نظام العناوين الموجود على الانترنت (يجب أن يحتوي كل جهاز متصل بالنترنت على عنوان Ip فريد.)

كيف تنتقل المعلومات على الانترنت ؟؟

أولاً : تقسم المعلومات إلى أجزاء صغيرة تعرف بالرزم.

ثانياً : تقوم أداة موجودة على كل شبكة تعرف باسم موجه مرور Ip بتفحص عنوان الجهة المحددة ومن ثم تقرير الجهة التي سترسل إليها كل رزمة ، وربما أنه من المحتمل ألا يوجد خط مباشر بين المصدر والجهة المقصودة فإن موجه المرور عادة ما يرسل الرزم إلى موجه مرور آخر على طول الطريق (عادة لا يقوم موجه المرور بإرسال جميع الرزم عبر نفس المسار.)

ثالثاً : تستمر موجهات المرور في تمرير الرزم الصغيرة طوال الطريق .

رابعاً : عندما تصل الرزم إلى وجهتها المحددة يقوم Tcp بفحصهم ومن ثم يعاد تجميعهم مرة أخرى إلى صورتهم الأصلية.

ملاحظة : أنا أعتقد أنه إذا كان هناك شخص لديه مثلاً مشكلة في استقبال النصوص، فإن الـــ Tcp تبعه سيكون به عطل ، إذ أنه لن يقوم بتجميع الرزم على الشكل (المعلومات) الأصلية , وبالتالي ستظهر على شكل حروف ورموز غير مفهومة.

فهم عناوين الانترنت:

لكي تنتقل المعلومات عبر الانترنت بصورة صحيحة يجب أن يحتوي كل جهاز على عنوان Ip فريد خاص به (كما ذكرت) عندما تنضم الشبكات للانترنت فإنها تتطلب عنوان شبكة ، هذا العنوان يزود الشبكات بسلسلة من عناوين أجهزة الكمبيوتر المتصلة بالشبكة.

أي عنوان Ip تجده يتكون من ثمانية أرقام مقسمة إلى أربعة فئات يتم فصلها بنقط، كل رقم يمكن أن يتراوح بين ٠ إلى ٢٥٥ ، وبهذا فإن عنوان Ip يبدو مثل هذا : ١٢٩,١٣٠,٥٦,١١٢.

لحسن الحظ ، فأنت في الغالب لا تحتاج أبداً إلى التعامل مع عناوين Ip إلا إذا كنت قد قمت بتهيئة برامج Tcp/ip الموجودة على جهازك الحاسب أو الشبكة، لجعل عناوين Ip أسهل لكي يتعامل معها الناس فإنه يوجد لكل عنوان Ip اسم مساوي

عندما تشير إلى كمبيوتر مضيف تحاول الوصول إليه عن طريق الاسم ، أجهزة كمبيوتر خاصة متصلة بالشبكة (أجهزة خادم اسم المجال.)

<u>مرور البيانات من كمبيوتر الى كمبيوتر عبر شبكة الانترنيت</u>

سنتعرف الان على كيفية مرور البيانات من جهاز إلى أخر وهي تشبه الخطوط السريعة بين المدن يوجد سيارات صغيرة وسيارات كبيرة ومن المفترض أن الجميع يستخدم الخط بدون عوائق و الشبكة تستخدم الكبل الرئسي و الكيابل الفرعية بنفس الاسلوب مع إختلاف بسيط وهو .. أي بيانات او رزم تقسم إلى أجزاء صغيرة و ترسل على دفعات متتالية و الحكمة في ذلك لضمان وصول اكبر عدد من الدفعات بشكل سليم وإذا حدث خطاء ما ولم يصل دفعه ما يقوم الجهاز المرسل بإرسال هذه الدفعه فقط وليس كامل البيانات و السبب الثاني قد يكون أحد المستخدمين يريد أن يرسل كمية كبيرة من البيانات و لنفترض ١٠٠ M فمن المؤكد أنه سيحجز كامل خطوط الشبكة من أجله و التقسيم يكون من ثلاث أجزاء

<u>Header.1</u>

هو الجزء الذي يكون به عنوان المرسل وعنوان المستقبل وبه أيضا معلومات تحكم و توقيت لضمان وصول الرزمة بشكل صحيح

<u>Data.2</u>

ويحتوي هذا الجزء على قطعة البيانات المجزءه من البيانات الكلية ويعتمد حجم الجزء المرسل على نوع الشبكة

Trailer.3

هذا الجزء مهم جدا لانه يحتوي على معادله رياضية وضعها المرسل فإذا وصلت هذه المعادلة كما هي ذلك يعني أن البيانات الموجودة في قسم Data هي أيضا سليمة تسمى هذه العملية CRC

قد نتساءل كيف تتم هذه العملية المعقدة مع كمية كبيرة من البيانات في الشبكات الضخمة يتم كل ذلك في كروت الشبكة الموجودة على كل الاجهزة إذ تقوم هذه الكروت بتحويل الإرسال المتوازي القادم من الجهاز المرسل إلى إرسال تسلسلي بمعنى بت خلفه بت وهكذا و الكرت الموجود في جهاز المستقبل يحول هذا الإرسال التسلسلي إلى إرسال متوازي مرة أخرى حتى يتم فهمه من الكمبيوتر و هي التي تقوم بعنونة الرزم بالعنوان المطلوب وهي التي تنقل الرزم إلى الشبكة وتنظم حجم وسرعة الإرسال و الكرت في الجهة المقابله يحول كل ذلك ويقوم بعزل معلومات العنونة و المعادلة الرياضية لتصفي البيانات الحقيقية فقط

البث عبر التردد 2.4ghz والبث عبر التردد 5ghz في خدمة الانترنت ان التردد 2,4 هو الشائع بين مستخدمي خدمة الانترنت الوايرلس) اليوزرية) أي ان كل يوزر مشترك مع مكتب تزويد خدمة الانترنت يحتاج الى منظومة انترنت وايرلس وان جميع المنظومات التي كانت تستخدم لهذا الغرض تعمل على تردد 2,4وهذه المنظومة تؤمن تغطية قد تصل الى 3 كيلومتر في احسن الاحوال ويكون البث لهذه المنظومات من خلال أي جهاز اكسس بوينت يتم توصيله الى جهاز .

اما بالنسبة للتردد 5 GHzاو ما يطلق عليه 5,8 فانه يستخدم ايضا في خدمة الانترنت الوايرلس مع اختلاف نوع الاجهزة المستخدمة لهذا الغرض وان هذه

المنظومات تؤمن تغطية تفوق اضعاف تغطية منظومة ٢,٤ ويتجاوز مداها 10 كيلومتر وان هذا النوع من المنظومات تستخدم للربط نقطة لنقطة أي بالامكان البث والاستلام بنفس الاجهزة أي ان يكون لدينا جهازان احدهما يقوم ببث خدمة الانترنت والاخر يقوم باستلام خدمة الانترنت مع ملاحظة توجيه الاجهزة نحو بعضهما وكذلك بالامكان استلام خدمة الانترنت من خلال جهاز بث اكسس بوينت يعمل على تردد ٥,٨.

الصوت عبر الإنترنت وتحويل الإشارة التماثلية الى رقمية



الصوت عبر الإنترنت

الصوت عبر ميثاق الإنترنت (بروتوكول الإنترنت) Voice over IP أو VoIP هو وسيلة لربط المحادثات الصوتية عبر الإنترنت أو عبر أى شبكة تستخدم ميفاق الشابكة Internet Protocol. وبالتالى يمكن لأى عدد من الأشخاص متصلين سويًا بشبكة واحدة تستخدم ميفاق الإنترنت (IP) –مثل الشابكة (إنترنت)– أن يتحادثوا هاتفيًا باستخدام هذه التقنية.

يشار للشركات التي تقوم بنقل الصوت عبر الإنترنت بالشركات الموفرة للخدمة، ويشار للميفاق (البروتوكول)الذي يقوم بنقل الإشارات الصوتية عبر الإنترنت بميفاق (بروتوكول) الإنترنت VoIP.

في العام ١٩٩٥ بدأ بعض الهواة بإدراك ان الصوت يمكن ان ينقل عبر الشبكة (الإنترنت) بدل نقله عن طريقة خطوط الهاتف فقط مما يمكن مستخدمي شبكة التي تربط أنحاء العالم من توفير المبالغ الكبيرة التي يدفعونها للقيام بالاتصالات الهاتفية الدولية حيث تم تطوير أول برنامج حاسوبي يستطيع مستخدموه من التواصل مع بعضهم ولا يتطلب سوى بطاقة صوت ومذياع وربط بالشبكة (الإنترنت). لم تكن هذه البرامج في تلك الفترة تتمتع بنقاء الصوت والنوعية المنشودة ولكنها كانت المؤشر على ان عملية نقل الصوت عن طريق الشابكة ممكنة وواعدة. لم تعد الاتصالات الهاتفية عبر الشابكة مقصورة على الحواسيب فحسب ولاسيما بعد أن أصبح ممكنا الآن استخدام خدمات (نقل الصوت عبر ميفاق (برتوكول) الإنترنت دون حتى الحاجة إلى تشغيل الحاسوب عن طريق الهواتف التي تدعم هذه التقنية. وجديرٌ بالذكر أن تقنية الاتصال عبر ميفاق الشابكة (الإنترنت) تقنية مبنية على البرمجيات، وهي تستفيد من تقنية الصوت عبر ميفاق الشابكة VoIP في نقل الصوت والبيانات عير شبكة حاسوبية. وتتضمن هذه التقنية المبتكرة مزايا فائقة عديدة من بينها على سبيل المثال لا الحصر: تحويل المكالمات، والمؤتمرات الجماعية البعادية (عن بعد)، والرسائل الصوتية، وغيرها وذلك لتعزيز شبكات الاتصالات وخفض التكلفة الإجمالية. لاستخدام خدمات تقنية نقل الصوت عبر ميفاق الشابكة ليس عليك سوى الاستعانة بوصلة إنترنت ذي نطاق واسع مثل خدمة خطوط الإنترنت السريعة (دي.أس.أل) وأحد المسيرات (Routers) المزودة بالإنترنت ووصلات هاتفية.

تاريخ تقنية نقل الصوت عبر ميثاق الإنترنت

تقنية نقل الصوت عبر ميثاق الشبكة (VoIP) جاء لتغيير عالم الهاتف التقليدي. إن خطوط الهاتف التقليديه تتجه إلى البطء تدريجيا مع ما تقدمه تقنية VoIP في جميع أنحاء العالم من فوائد ومزايا في التكنولوجيا المتقدمه. ومن المفيد التوقف وإلقاء نظرة على تاريخ VoIP وستجد مستقبلا أكثر إثارة.

تاريخ تقنية تقنية نقل الصوت عبر ميثاق الشبكة (VoIP) يدل على ان هذه التقنية بدأت عام ١٩٩٥ عندما بدأت شركة صغيرة تسمى vocaltec، وكان يعتقد أنه أول برنامج هاتف إنترنت. وقد صمم هذا البرنامج لتشغيله على حاسوب منزلي ويشبه إلى حد كبير الهواتف المستخدمة اليوم، وانها تستخدم بطاقات الصوت والمصادح (الميكروفونات) والسماعات.و كان يسمى البرنامج "هاتف الانترنت" ويستخدم ميثاق H.323 بدلاً من ميثاق SIP بالرغم من أنه أصبح أكثر شيوعا اليوم. ابتدأت شركة vocaltec نجاحها مع هاتف الإنترنت، وكان نجاحها عام ١٩٩٦. والعيب الرئيسي الذي ظهر في عام ١٩٩٥ هو عدم توافر سعة الشبكة العريضة Broadband، وعلى هذا الاساس فان هذه البرمجيات المستخدمة في أجهزة المودم التي أدت عن سوء نوعية الصوت عند مقارنتها مع مكالمه هاتفية عادية. ومن المفيد أيضاً الإشارة إلى ان أحدا من موظفي vocaltec الرئيسيين هو أيضا مؤسس whichvoip.com.

وبحلول عام ١٩٩٨، زاد معدل استخدام VoIP traffic ليمثل ما يقارب من ١ ٪ من كل الرسائل الصوتيه في الولايات المتحدة.وأصبحت الأنظار متجهة إلى إعداد

وتهيئة الأجهزة التي مكنت اتصال حاسوب شخصى إلى هاتف PC-to-phone وهاتف إلى هاتف phone-to-phone. وقدمت شركات الشبكات مثل سيسكو ولوسينت المعدات التي يمكن ان تسير VoIP Traffic ونتيجة لذلك بحلول عام ٢٠٠٠ أصبح دفق VoIP يمثل أكثر من ٣ ٪ من جميع الرسائل الصوتية.

و من الشركات المعروفة والرائدة في هذا المجال شركة Skype التي ظهرت في منتصف التسعينات وهنالك مجموعة من البرامج الأخرى مثل ، Net2Phone, PC2Call، ZeroPhone.....

في عام ٢٠٠٥، أصبحت قضية ضمان جودة نقل الصوت تأخذ الأولوية على نقل البيانات لتصبح هذه التقنية أكثر اعتمادية لنقل صوت واضح دون انقطاع المكالمات الهاتفية. من المتوقع ان يصل ايرادات مبيعات معدات VoIP وحدها أكثر من ٨،٥ مليار دولار بحلول نهاية عام ٢٠٠٨. ان معدل النمو الهائل والسريع بتقنية VoIP ومع استخدام التقنيات اللاسلكية، أصبح مستقبل هذه التقنية أمرا مثيرا حقا للدهشة.

تعريف تقنية نقل الصوت عبر ميثاق الشبكة

وهي اختصارا للعبارة الإنجليزية Voice Over Internet Protocol (أي تقنية نقل الصوت عبر بروتوكول الإنترنت) – هو وسيلة لربط المحادثات الصوتية عبر الشابكة (الإنترنت)أو عبر أى شبكة تستخدم بروتوكول الإنترنت Internet Protocol. وبالتالى يمكن لأى عدد من الأشخاص متصلين سويًا بشبكة واحدة تستخدم بروتوكول الإنترنت (IP) –مثل شبكة الإنترنت– أن يتحادثوا هاتفيًا باستخدام هذه التقنية.

مبدأ عمل التقنية

تقوم هذه التقنية بتحويل الإشارات الصوتية التماثلية Analog Signalsمن الهاتف إلى إشارات رقمية Digital Signals ويتم تقسيم هذه الإشارة إلى حزم Packets وتستخدم بروتوكول الإنترنتIP في إرسال هذه الحزم الرقمية في عدة مسارات عبر نفس شبكة البيانات وعند وصول هذه الحزم إلى الوجهة المحددة (المستقبل) تقوم بإعادة تجميع الحزم المرسلة لكي يتم سماعها بشكل واضح على عكس الاتصالات المعتادة فهي تستخدم مسارا واحدا محددا وإذا كان الطرف الآخر (المستقبل) هاتفا عاديا يتم تحويل الإشارة مرة أخرى إلى إشارات صوتية لكي يتم فهمها من المستقبل.

خطوات عمل التقنية

- تحويل الإشارات التماثلية Analog Signals إلى إشارات رقمية Digital Signals.
- ضغط الحزم بصورة جيدة (عرض الحزمة صغير جداً) هنالك عدة موافيق (بروتوكولات) يمكن أن تختار بينها لضغط الحزمة بصورة متطورة وذلك لكي لا يحصل تأخير في الصوت.
- دمج حزم الصوت داخل حزم البيانات باستخدام ميفاق (بروتوكول) الوقت الحقيقي RTP-Real Time Protocol.
- نحتاج إلى إشارات للاتصال بالمستخدم (الجرس) ITU-T H323.

- عند المستقبل يتم تحليل الحزمة واستخلاص البيانات منها وتحويل الإشارات الرقمية إلى صوتية مرة أخرى وإرسالها للهاتف.
- يجب أن يحصل في وقت حقيقي Real Time لكي لا يحصل تقطيع في الصوت.

<u>متطلبات ضرورية لعمل التقنية</u>

- يجب استخدام PBX لتحديد مسار المحادثة الهاتفية.
- تحويل الإشارات الصوتية Analog Signals إلى إشارات رقمية Digital Signals.
- استخدام بروتوكول الإنترنت IP.
- يجب تقسيم الإشارات الرقمية إلى أجزاء صغيرة تسمى حزم رقمية لنقلها بعدة مسارات عن طريق الشبكة البيانات نفسها.
- يجب ضغط الحزم بصورة جيدة (عرض الحزمة صغير جداً) هنالك عدة بروتوكولات يمكن أن تختار بينها لضغط الحزمة بصورة متطورة وذلك لكي لا يحصل تأخير في الصوت.
- يجب أن يكون هنالك مكان للتخزين المؤقت لتجميع الحزم Buffer لكي لا يحصل تأخير في الصوت.
- يجب أن يحصل في وقت حقيقي Real Time لكي لا يحصل تقطيع في الصوت.

معايير تقنية نقل الصوت عبر بروتوكول الإنترنت

وهي مجموعة من القواعد والشروط التي تحكم عملية الاتصالات الهاتفية وتنقسم إلى:-

الأنظمة المغلقة

و هي التي تعتمد على معايير مغلقة (ليست حرة المصدر) مثل برنامج Skype وبروتوكول سيسكو الشهير (Skinny Client Control Protocol SCCP) وهو بروتوكول مغلق للتحكم بالطرفيات طور أساساً من قبل شركة سيلزيوس Selsius Corporation وتملكه وتضع مواصفاته الآن سيسكــوCisco System Inc. ومن أشهر التجهيزات العاملة وفق هذا البروتوكول سلســلة هـــواتف Cisco 7900.

الأنظمة المفتوحة

تضم المعايير المفتوحة التي تعتمد على بروتوكولات مفتوحة المصدر مثل :-

بروتوكول H.323 :-

هي مجموعة من البروتوكولات المعيارية المنبثقة عن نظام مطور من قبل الاتحاد الدولي للاتصالات ITU-T من أجل نقل ملفات الصوت والصور عبر شبكة الحاسب الآلي باستخدام الحزم Packet-Based يستخدم هذا البروتوكول في غالبية التطبيقات الشهيرة مثل برنامج NetMeeting.

بروتوكول SIP:-

هي اختصاراً لبروتوكول بدء المرحلة، وهو عبارة عن بروتوكول للإشارات الهاتفية المرتبطة ببروتوكولات الإنترنت، والتي تستخدم في بدء، وتعديل، وإنهاء مكالمات الهواتف من نوع VOIP. ولقد طورت فرق عمل هندسة الإنترنت IETF هذا البروتوكول، وتم نشرة علي هيئة بروتوكول RFC 3261 في البداية. يمكن لبروتوكول SIP أن يصف الاتصال الضروري لبدء المكالمة الهاتفية وأصبح بروتوكول بدء المرحلة بمثابة طفرة في عالم هواتف VOIP. وهذا البروتوكول بشبة إلي حد كبير بروتوكول HTTP، في انه بروتوكول نصي، وسهل الفهم، ومرن الاستخدام، ولذلك فقد حل بروتوكول SIP محل بروتوكول H323 القياسي في الاستخدام علي نطاق واسع.

بروتوكول IAX2 :-

وهو بروتوكول التواصل بين برامج أستريسك Asterisk وهو برنامج مقسم هاتفي مفتوح المصدر ويتيح نقل الصوت عبر بروتوكول الإنترنت بين خوادم أستريسك Asterisk وعملاء IAX2 ويقوم بضغط الحزمة بصورة جيدة. لكي تأخذ فكرة عن حجم الهدر الناتج أثناء نقل الصوت عبر الإنترنت تذكر بأن الصوت المضغوط الذي يشغل مساحة ٥,٦كيلوبت في الثانية سيحتاج إلى ١٨ كيلوبت في الثانية من عرض الحزمة، يتألف الفرق بين ٥,٦ كيلوبت في الثانية و ١٨كيلوبت في الثانية من ترويسات الحزم التي ستنقل هذه البيانات. تحتوي هذه الترويسات على جميع المعلومات اللازمة (مثل IP Address) لنقل الحزم الصوتية إلى المستقبل. ولقد قام

بروتوكول IAX2 بتخفيض هذا الهدر بشكل رائع عبر تحديد كمية البتات الإضافية المسموح استخدامها لكل حزمة، كما استغل أيضا مبدأ تجميع المحادثات المرسلة إلى نفس الوجهة وتضمينها في نفس الحزم.

تجهيزات/ معدات تقنية نقل الصوت عبر بروتوكول الانترنت

لأي تطبيق VoIP يشترط وجود مصدر طاقة معتمد عليه وكذلك شبكة ذات سعة عالية وهذه أهم المعدات التي سنحتاج إليها:-

- محولات الهاتف التماثلية Analog Telephone Adaptors ATA -:-

يقوم محول الهاتف التماثلي ATA بربط أي هاتف تماثلي عادي مع شبكة نقل الصوت عبر بروتوكول الإنترنت. يحتوي هذا المحول على منفذ من نوع RJ-11 (منفذ هاتف) ومنفذ آخر من نوع RJ-45 (منفذ شبكة الإيثرنت Ethernet) فيعمل هذا المحول على تحويل الإشارات الصوتية التماثلية الصادرة من الهاتف العادي التماثلي إلى إشارات رقمية ويمكن توصيل ATA على أي نوع من الهواتف ويعتبر ATA بمثابة VoIP Gateways

الهواتف البرمجية Soft phone:-

يمكنك الاستعاضة عن شراء هاتف لنقل الصوت عبر بروتوكول الإنترنت بتثبيت برنامج يقوم بنفس المهمة ضمن حاسوب شخصي مما يعرف باسم "الهاتف البرمجي" Soft phone. لا يتطلب هذا البرنامج أكثر من توفر بطاقة صوت

وسماعات ومصدح (ميكروفون) إضافة إلى التأكد من أن جدارك الناري الشخصي لا يمنع عمله ومن أمثلته (PC2Call –Net2Phone).

- هواتف نقل الصوت عبر بروتوكول الإنترنت VoIP Phone:–

هي تجهيزات مصممة خصيصا لهذه الغاية يتم ربطها مع شبكة VoIP مباشرة ولاتحتاج أي معدات إضافية مثل ATA ولاتحتاج تنزيل أي برامج. يمكن أن تعمل هذه الهواتف وفق بروتوكول إنترنت واحد أو أكثر. المميزات الهامة التي يتوجب عليك تفقدها عند شراء هواتف نقل الصوت عبر بروتوكول الإنترنت:–

- استهلاك بسيط لعرض الحزمة: دعم آليات الضغط المتطورة)مثل G.729 Speex).
- توفر واجهة إدارة سهلة: تعمل عبر الوب.
- منفذ للصوت: مخرج للصوت مع إمكانية توصيل سماعات(لتطبيقات التدريب عن بعد).

- هواتف نقل الصوت عبر بروتوكول الإنترنت اللاسلكية Wi-Fi/WLAN Phone:–

هي تجهيزات مصممة خصيصا لهذه الغاية يتم ربطها مع شبكة VoIP مثل السابقة ولكن الفرق الوحيد أنه يتم ربطها بالشبكة لاسلكياً عبر نقطة الوصول Access Point.

- بطاقات الربط مع شبكة البدالات الهاتفية العامة PSTN interface cards:-

في حال أردت توجيه المكالمات الهاتفية من التجهيزات التي تعمل وفق تقنيات نقل الصوت عبر بروتوكول الإنترنت إلى الشبكة الهاتفية التقليدية PSTNستحتاج إلى تركيب بعض التجهيزات الخاصة لهذا الغرض ضمن مقسمك مثل بطاقة PCI TDM400P wildcard.

بعض تجارب النجاح باستخدام تقنية نقل الصوت عبر بروتوكول الإنترنت

نظام نقل الصوت عبر الانترنت يعطي مستشفى ولاية كارولانيا بعض الهدوء

قام مستشفى جامـــعة كـــارولاينا الشمالية - الولايات المتحدة الأمريكية – بالتخلــص من النظام القديم Paging Overhead ويتم من خلاله طلب الممرض عبر مكبرات الصوت. وكان الهدف هو التقليل من الضوضاء بنظام الاتصال الداخلي القديم واحتجاجات المرضى لأنه لايتم إيصال طلباتهم بالشكل المطلوب. في الفترة السابقة كان مرضى المستشفى عندما يرغبون بطلب معين يطلبونه عن طريق جهاز بجانب السرير ويتم الاتصال بموظف استقبال المستشفى ويقوم الموظف بتسجيل طلب المريض وبعدها يقوم بطلب الممرض عن طريق نظام الاتصال الداخلي (المكبرات الصوتية) ليوصل طلب المريض. نظام الاتصال الداخلي لم يكن يوفر الخدمة بالسرعة المطلوبة وغير فعال ولا يخدم الممرضين بالشكل الصحيح لأن الممرض يحتاج للاتصال المباشر مع المريض وليس عن طريق طرف ثالث (موظف الاستقبال) وبالإضافة إلى الضجيج الذي يحدثه هذا النظام. وكان حل هذه

المشكلة عن طريق عمل شبكة لاسلكية تسهل عمل الأطباء بوضع حالات المرضى مباشرة على الحواسيب المحمولة الخاصة بهم. وقام المستشفى باستخدام تقنية نقل الصوت عبربروتوكول الإنترنت للربط بين المرضى والممرضين مباشرة وتم توزيع أكثر من ثلاث مائة هاتف لاسلكي على الممرضين وربطهم بأجهزة تكون قريبة من أسرة المرضى مما يتيح بالمريض الاتصال لاسلكياً بالممرض ويقوم الممرض بالإجابة عن طريق الهاتف اللاسلكي الذي يحمله مما يضمن عدم الازعاج وإيصال طلباتهم بشكل واضح.

<u>الفوائد والمميزات من تقنية نقل الصوت عبر بروتوكول الانترنت</u>

١.**توفير التكلفة Minimize Cost**:-

- توفير التكلفة على المستخدمين:-

إن الاتصال عبر هذه التقنية يوفر الكثير من التكلفة وذلك بسبب أن ما يدفع مقابل هذه الخدمة يكون ثابتا كإشتراك شهري ويكون الاتصال مفتوحا على مدار الساعة. وتعتبر تكلفة المكالمات الدولية عن طريق هذه التقنية الأرخص من أي وسيلة اتصال أخرى.

- توفير التكلفة على مزودي الخدمة:-

لأن هذه التقنية تعتمد على البرمجيات أكثر من اعتمادها على المعدات مما يسهل عملية صيانتها بالإضافة إلى أن المشاكل غالباً ماتكون معروفة والمعدات قليلة

التلف فالتكلفة تكون أقل (ممكن أن تكون تكلفة التركيب مرتفعة ولكن بعد ذلك تقل التكلفة).

٢.المرونة Mobility:-

- لا يحتاج مستخدم هذه الخدمة لأن يكون بمكان واحد فقط بل من الممكن استخدامها بأي مكان وحتى في حالة السفر لدولة أخرى ويستمر استقبال المكالمات الداخلية كما لو كان بنفس البلد وبنفس التعرفة وذلك لاعتمادها على الشابكة (الإنترنت).
- السماح للمستخدمين بتركيب هواتفهم في أي مكان داخل المكتب وذلك بتوصيل هواتفهم في أقرب فتحة للشبكة مع الاحتفاظ برقمهم الحالي.
- يمكن تحويل المكالمات إلى أي مكان في العالم نظرا لخصائص بروتوكول SIP.

٣.التدرجية Scalability:-

القدرة على النمو مع تزايد الإحتياجات فيمكن التوسع وزيادة خطوط جديدة بسهولة وذلك بشراء المعدات اللازمة (VoIP Phone) وتوصيلها بالشبكة بدون الحاجة إلى وصلات منفصلة أو عن طريق تثبيت البرنامج على الجهاز.

٤.الخدمات Features:-

يحوي خدمات الهاتف العادي بالإضافة إلى خدمات أخرى مثل القدرة على المحادثات الجماعية – والبريد الصوتي – وإمكانية تخصيص النغمات – وإمكانية الإحتفاظ وإضافة تفاصيل الأشخاص المتصل بهم – وإمكانية التحكم في الأرقام ممكن منع اتصال أو استقبال رقم معين وغيرها.

٥.القياسية Standardization:-

فتعتبر أنظمة الهواتف VOIP بمثابة أنظمة قياسية من الدرجة الأولي – إذ أن جميع أنظمة هواتف VOIP الحديثة تستخدم SIP كبروتوكول لها. ومعنى هذا أنك كثيرا ما ستستطيع استخدام أي هاتف SIP VOIP أو أجهزة بوابة VOIP. أو العكس، فنظام الهاتف التقليدي يتطلب غالبا هواتف خاصة لاستخدام خصائص متقدمة، ووحدات فرعية خاصة لإضافة بعض المميزات.

٦.السهولة في الاستخدام Easy to Use:-

- يسمح لك نظام الهاتف VOIP بسهولة إصلاح وضبط نظام الهاتف الخاص بك لوجود واجهة تعتمد على الرسوم التوضيحية GUI وعلى طرق الإنترنت مما يسهل عملية التثبيت والتحكم في النظام وعرض التقارير، بينما أجهزة الهاتف الخاصة الأخرى غالبا ما يكون بها صعوبات في الاستخدام بسبب واجهاتها التي صممت في الغالب لكي يقوم المتخصص بتركيب واستخدام تلك الأجهزة.

٧.إمكانية دمج تقنيات الصوت والصورة والبيانات في آن واحد:-

ان استخدام تقنية الصوت عبر الإنترنت تتيح للمستخدمين استخدام جميع التطبيقات التي تتم على الإنترنت مثل العمل على أي برنامج أو استخدام الايميل بالإضافة للاتصالات حيث تستخدم نفس الشبكة للصوت والصورة والبيانات. وبهذه الطريقة يتيح للمستخدم توفير الجهد والمال بنفس الوقت.

<u>التحديات التي واجهتها التقنية (المساوئ)</u>

١.تعتمد هذه التقنية على وجود مصدر الطاقة:-

يجب وجود مصدر طاقة ثابت ويعتمد عليه في هذه التقنية على العكس من الهواتف العادية فهي تعمل بدون مصدر طاقة فهي تزود بالطاقة من نفس الخط من المركز الرئيسي.

٢.عدم إمكانية ربط مجموعة من الأجهزة على VoIP:-

و لكن ذلك متاح بالنسبة لخط الهاتف العادي حيث يمكن ربط نظام الأمان في المنزل ونظام الإشتراك التلفيزيوني الرقمي ونظام الفيديو الرقمي بالهاتف العادي.

٣.الاتصالات الطارئة Emergency 911 Calls :-

حيث أنه لايمكن تحديد موقع الاتصال عن طريق VoIP لأنه يعتمد على IP Address بينما عند الاتصال من الهاتف العادي يمكن تحديد مكا الاتصال وبدقة.

٤.جودة الخدمة Quality of Service:-

و هي تعني قدرة الشبكة على تقديم أفضل خدمة مهما كانت ظروف الشبكة ويعتبر ضمان توفرعرض الحزمة اللازم لنقل المحادثات الهاتفية على الدوام وبغض النظر عن الضغط على الشبكة من أهم التحديات التي واجهتها تقنية VoIP ومن أهم عوامل جودة الخدمة :-

a-التأخير Letancy :-

يستخدم التأخير في الشبكة لقياس الزمن اللازم لانتقال حزمة البيانات من نقطة محددة إلى أخرى. فيجب منح حزم بيانات المحادثات الهاتفية الأولوية ضمن الشبكة لكي لايحصل تأخير في وصول المحادثة الهاتفية إليك. و لتخفيض ذا التأخير يجب إعداد الموجهات والمبدلات على طول مسار نقل البياتات في الشبكة وكذلك من الممكن إجراء المحادثات الهاتفية في حال تطلبت الوصلة استخدام أكثر من قمر صناعي واحد، لكنك ستحتاج الانتظار لثانية واحدة على الاقل قبل بدء المحادثة الهاتفية لكي يرد عليك الطرف الآخر. ومن أهم القواعد المتبعة لتخفيض التأخير هي تركيب المقسم الهاتفي PBX في الجزء الأقل إزدحاماً في الشبكة.

b-التوتر Jitter :-

و هو التباين في توقيت وصول حزم البيانات الناجم عن الضغط على الشبكة والذي يسببه الإزدحام مما يسبب التقطع في الصوت. و لتخفيف هذا التوتر يمكن استخدام صوان (Buffer) ارتعاش (Jitter) للتعامل مع الارتعاش وتخفيف آثاره السلبية

ويتم فيها تجميع، تخزين وإرسال حزم بيانات الصوت إلى معالج الصوت بتواتر زمني ثابت. تقوم ذاكرة التوتر المؤقتة والتي توضع في جهة الاستقبال من المحادثة الصوتية بتأخير الحزم الواصلة بشكل متعمد (لكي تصل الحزم الكسولة – المتأخرة) مما يسمح للمستخدم بالحصول على مكالمة صوتية واضحة مع أقل قدر ممكن من التشويه. هناك نوعين من أنواع الصوان المؤقت: ساكن وديناميكي. تعتمد الصوان (Buffer)المؤقت الساكن على التجهيزات ويتم إعدادها من قبل المصنّع، أما الصوان الدينمي فيعتمد على البرمجيات ويمكن إعداده من قبل المستخدم. من القيم الشائعة للصوان (Buffer)المؤقت ١٠٠ ميللي ثانية وهي تعبر عن زمن تخزين للحزم الصوتية في ذاكرة التوتر المؤقتة. ويمكنك تحسين نوعية المحادثة الهاتفية عبر زيادة ذاكرة التوتر المؤقتة ولكن على حساب زيادة التأخير الكلي في المحادثة.

c-معدل الأخطاء Errors Rate :-

و هو معدل ضياع أو تلف الحزم ويقاس بمعدل الحزم التي لاتصل للمستقبل أو يطرأ عليها أي تغيير يؤدي إلى تلفها فيجب أن يكون معدل الأخطاء ضئيل جداً لضمان جودة الخدمة ويكون ذلك بزيادة سعة ناقل البيانات Network Bandwidth.

d-التوافر Availability:-

من الأمور المهمة جداً في هذه التقنية أن تكون شبكة نقل حزم بيانات المحادثات الهاتفية متوافرة دائماً وتعمل بشكل جيد ويجب ضمان ذلك.

٥.التعرض للإختراق والفيروسات VoIP Hacking :-

حالها حال أي نوع من الشبكات فهي يمكن أن تتعرض للإختراق والفيروسات فيجب حمايتها بمختلف أنواع البرامج ويجب العمل على تشفير البيانات.

٦.التأثر بعوامل أخرى عندما يكون أحد طرفي VoIP كمبيوتر:-

عند فتح برنامج آخر مع الهاتف البرمجي على كمبيوترك Soft Phoneممكن أن تتأثرجودة المحادثة لأن المعالج يخدم أكثر من برنامج وممكن أن ينقطع اتصال محادثة هامة إذا توقف الجهازعن العمل لاعتمادة على الطاقة.

مقارنة بين خدمة الهواتف التقليدية (اليدوية) وتقنية نقل الصوت عبر بروتوكول الإنترنت

وجه المقارنة	خدمة الهواتف التقليدية PSTN	تقنية نقل الصوت عبر بروتوكول الإنترنتVoIP
تكلفة التركيب Setup Cost	تكلفة تركيب PSTN أقل من VoIP	تعتمد على الطريقة المستخدمة حيث أنه من كمبيوتر-إلى- كمبيوتر لايكلف ولكن مثل تخصيص VoIP يكلف كثيراً
تكلفة التشغيل Operating Cost	تعتمد التكلفة على ساعات الاستخدام ممكن أن تكون كبيرة	يوفر كثير بعد أن يتم تطبيقه ولايعتمد على ساعات الاستخدام

المعدات Equipment	معداته رخيصة ويستخدم غالباً المعدات المتوفرة ولكنها غير قياسية	المعدات يوفرها لك مزود الخدمة عند الإشتراك ما عدا طريقة تخصيص VoIP فتحتاج إلى معدات متطورة وبنية تحتية جيدة
قابلية التحرك(المرونة (Mobility	غير قابلة للتنقل	قابلة للتنقل لأنك تدخل عليها عن طريق شبكة الإنترنت فيمكن من أي مكان الاتصال والاستفادة من الخدمة
الخدمات Features	توفر الخدمات المتعارف عليها في الهاتف العادي (الاتصال، استقبال المكالمات، الإنتظار(..	يحوي خدمات الهاتف العادي بالإضافة إلى القدرة على المحادثات الجماعية – والبريد الصوتي وغيرها
الاعتمادية Reliability	يمكن الاعتماد عليها دائماً	يجب إتخاذ التدابير الوقائية اللازمة لأنه يلزمها مصدر طاقة ثابت للتشتغل عبر الشبكة
الأمان Security	أكثر أماناً يستغرق جهد كبير للتنصت على مكالمة هاتفية	يجب إتخاذ الأمن اللازم لحمايتها من الإختراق كغيرها من الشبكات (الجدار الناري – برامج الحماية والفيروسات(
التدرجية Scalablity	القدرة على التوسع وزيادة خطوط جديدة صعبة جداً وتحتاج الكثير من الأسلاك وربما الحفر	القدرة على التوسع وزيادة خطوط جديدة سهلة جداً فقط تتم بشراء المعدات اللازمة (VoIP Phone)وتوصيلها بالشبكة أو عن طريق البرامج

مما تقدم ذكره تتضح أهمية تقنية نقل الصوت عبر بروتوكول الإنترنت وأنها حلت كبديل لشبكة الهواتف التقليدية لمرونتها وأدت إلى خفض تكلفة الاتصال وخصوصاً الدولية ولأنها سهلة الاستخدام حيث أن واجهتها تستخدم طرق الإنترت وما تقدمة من مميزات وخدمات إضافية تسهل على المستخدم أداء الاتصال بطريقة فعالة فيجب أن نعمل على استخدام هذه التقنية الفعالة لما توفره من خدمات مميزة ويجب العمل على تطويرها وإيجاد الحلول المناسبة لتقديم هذة الخدمة بجودة عاليه. و لكن تطبيقها ليس بالأمر السهل إذ يجب على المؤسسات والشركات قبل البدء بعملية التطبيق الأخذ بعين الاعتبار صعوبات التطبيق مع دراسة المميزات والفوائد التي قد تعود عليهم منه. فيجب عمل دراسة عن المعدات اللازمة والبروتوكول المناسب الذي سيحقق لهم الفائدة المرجوة. وأيضاً يجب الأخذ بعين الاعتبار تحقيق جودة الخدمة (التأخير – التوافر – التوتر – الاعتمادية– الأمان) وممكن للشركات تطبيق هذه التقنية ثم تبدأ العمل على التدرجية شيئاً فشيئاً في المرحلة الثانية. يعتبر هذا البحث محاولة لتقديم بعض أساسيات تقنيات نقل الصوت عبر بروتوكول الإنترنت.

كيبلات ارسال البيانات

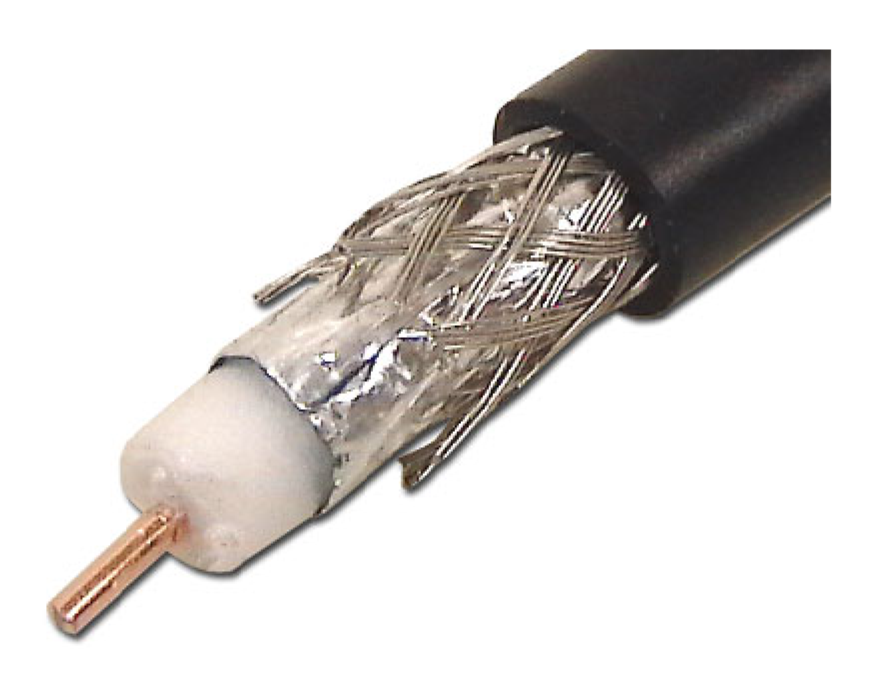
الفرق بين baseband وBroadband

يمكن إرسال الإشارات التي تنقل البيانات عبر كيبلات الشبكة بإحدى طريقتين:

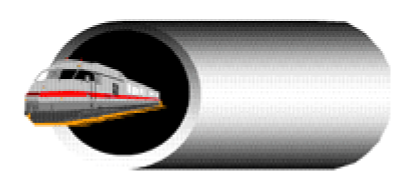
الأولى هي ماتسمى broadband والثانية baseband وأعتقد أن أي شخص عنده خلفية عن الشبكات لديه فكرة أو قد سمع بهذين الاسمين من قبل،ولكن ما هو الفرق بينهما؟

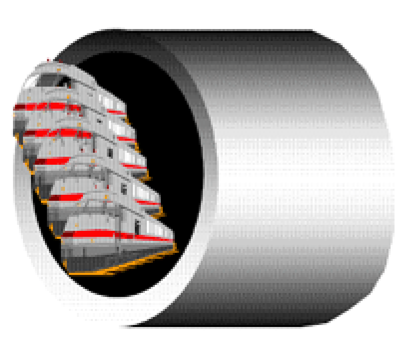
سأذكر الفرق الجوهري بينهما ببساطة حتى تصل الفكرة.. أحد الأمثلة الجيدة عن الإرسال بطريقة broadband هي كيف أنك تقوم بعرض

العديد من القنوات الفضائية (cable TV) من خلال الكيبل المحوري الخاص بها والمسمى.coaxial cable



بينما في طريقة baseband يتم إرسال قناة واحدة فقط من خلال الكيبل،وهذا النوع من الإرسال يستخدم عادةً في شبكات الكمبيوتر من نوع إيثرنت Ethernet networks.





يستخدم الـBaseband جهاز مرسل–مستقبل (transceiver) من النوع البسيط ويعود السبب في ذلك إلى أنه هناك فقط ثلاث حالات يجب التمييز بينها في الإرسال والاستقبال وهي:

واحد–صفر–غير مشغول.(one, zero, idle)

أما مرسل–مستقبل الخاص بـ Broadband فهو أكثر تعقيداً،لأنه يجب التمييز بين هذه الحالات الثلاث ولكن لعدة قنوات وعلى نفس الكيبل

.

بسبب بساطة baseband يتم استخدامها عموماً في شبكات الكمبيوتر من نوع إيثرنت.Ethernet

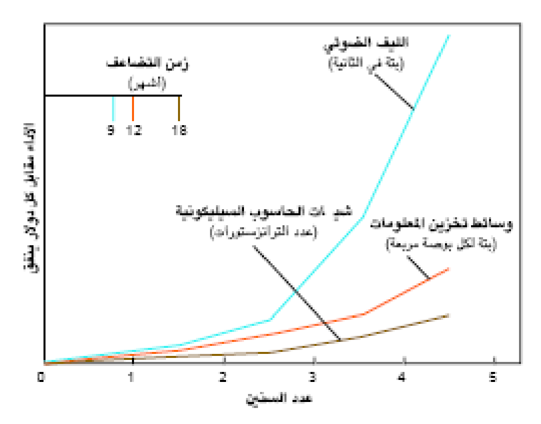
أيضاً تستخدم baseband الإشارات الرقمية وهي ثنائية الاتجاه Digital بينما الأخرى تستخدم التماثلية analog وهي باتجاه واحد.

استخدام الالياف الضوئية في نقل البيانات كيف ولماذا؟

لقد بدأ السباق لزيادة محتوى الشبكات العالمية من الألياف الضوئية. ففي كل يوم يجري تمديد كبلات جديدة تكفي لإحاطة الكرة الأرضية ثلاث مرات. وإذا استمرت التحسينات في الألياف الضوئية، أمكن لسعة النقل في الليف الواحد أن تبلغ خلال نحو عقد من الزمن، مئات تريليونات البتات في الثانية، ولكن للتوصل إلى ذلك لا بد من تحقيق فتوح جديدة في هذا الميدان، إضافة إلى نشر تقانات ما زالت حتى الآن تجارب فيزيائية أكثر من كونها أجهزة معدّة للتركيب على شبكات الهواتف والبيانات في جميع أنحاء البلاد.

وما هو مباشر أكثر في هذا المضمار هو أن التقانات الفوتونية photonic technologies الجديدة التي تستخدم المرايا بدلا من الإلكترونات في تسيير routing الإشارات، سوف تجعل فئة كاملة من نظم الابتدال switching الإلكترونية خارج الاستخدام. وحتى في أيامنا هذه، تهدد سرعات النقل في الشبكات الأكثر تقدما ــ وتصل إلى عشرة بلايين بتة في الثانية ــ بخنق وحدات المعالجة والذاكرة في الشيپات الميكروية في المبدلات swithces المستخدمة. وعندما تصبح الشبكة أسرع من المعالج، ترتفع بشدة تكاليف استخدام الإلكترونيات مع النقل الضوئي.

فسيل الجيگابتة gigabit المحمول على موجة ضوئية في الليف ينبغي أن يُجزأ إلى تيارات بيانات أبطأ بحيث يمكن تحويلها إلى إلكترونات من أجل المعالجة، ومن ثم يعاد تجميعها في تيار بتات سريع التدفق. والتقانات التي تحوّل الفوتونات إلى إلكترونات ثم تعيدها إلى فوتونات لا تبطئ الحركة على القنوات الفائقة السرعة فحسب، بل تجعل أسعار أجهزتها ترتفع بشدة أيضا.



يأتي الليف الضوئي في المقدمة من حيث التحسن في الأداء. فعدد البتات في الثانية (وهو مقياس لأداء الليف) يتضاعف كل تسعة أشهر من أجل كل دولار ينفق على التقانة. وفي مقابل ذلك، نجد أن زمن تضاعف عدد الترانزستورات في شيپات الحاسوب السيليكونية يحصل كل ١٨ شهرا، وهذا ما يعرف بقانون مور Moore. وعلى مدى فترة خمس سنوات، تسبق التقانات الضوئية الشيپات السيليكونية ووسائط تخزين البيانات إلى حد كبير

وفي حين يفكر مصممو الشبكات في إمكان تحميل زائد للأجهزة، تتشبث مئات الشركات الكبيرة والصغيرة بمحاولة إيجاد شبكات تستطيع استغلال عرض النطاق الكامل للألياف الضوئية من خلال نقل الموجات الضوئية ومزجها وتضخيمها وتسييرها دون تحويل الإشارة إلى إلكترونات بتاتا. إن الفوتونيات photonics تمر الآن في المرحلة التي كانت عليها الإلكترونيات قبل ٣٠ عاما من حيث تطور الأجزاء المكونة لها وتكاملها معا في نظم ونظم جزئية. وانبثق مد متزايد من رأس المال المغامر الذي يدعم المساعي إلى إقامة الشبكات الضوئية. فقد بلغ ذلك التمويل في الأشهر التسعة الأولى من عام ٢٠٠٠ نحو ٣,٤ بليون دولار، مقابل ١,٥ بليون

دولار خلال عام ١٩٩٩ كله، وإن كان هذا التزايد قد تباطأ خلال الأشهر الأخيرة. إن نجاح شركة مساهمة من قبيل مُنتِج المكونات Uniphase JDS يرجع في جزء منه إلى إدراكه أن موقعه على حافة الفوتونيات المتكاملة يمكن أن يجعله إنتل Intel المقبلة.

وإذا قارنا الألياف الضوئية بالإلكترونيات المعهودة، لوجدنا أن الاستثمار في الاتصالات الضوئية مربح فعلا. فتكاليف نقل البتة الواحدة من البيانات ضوئيا تهبط إلى النصف كل تسعة أشهر، ويقابل ذلك ١٨ شهرا للحصول على تخفيض مماثل في كلفة الدارات المتكاملة (يُعرف المعيار الأخير، أي معيار انخفاض تكاليف الدارات المتكاملة، بقانون مور law s'Moor). "وبسبب التطورات المثيرة في سعة نظم الألياف الضوئية واتساع انتشارها، سوف يصبح عرض النطاق أرخص من أن يقاس؛" هذا ما يتوقعه رئيس مختبرات بل في عدد صدر حديثا من مجلة Journal Technical Labs Bell.

وتواجه صناعة الطاقة النووية توقعات مماثلة حول الموارد الحرة. أما مستقبل الشبكات العريضة النطاق، التي يمكن من خلالها نقل فيلم سينمائي كامل بسرعة كسرعة نقل رسالة بريد إلكتروني، فما زال رهانا غير مؤكد، فقبل عقد من الزمن، بدأ مقدمو خدمات الاتصالات وشركات الإعلام التحضير للتقارب الرقمي بين الشبكات، وبرامج التسلية: خمسمئة قناة ڤيديوية تحت الطلب... وما زلنا ننتظر. وفي تلك الأثناء، تحولت الإنترنت، التي كان ينظر إليها في وقت ما على أنها مسرحية فرعية طريفة للحكومة وطلبة المدارس، لتصبح الشبكة المهيمنة على العالم.

تعدُّ التوقعات حول لامحدودية عرض النطاق ــ وهو أساس التخمينات حول نقل الواقع الافتراضي والڤيديو العالي الدقة عبر الشبكة ــ شيئا حديثا نسبيا. فقد استخدمت الشركتان T&AT و GTE الألياف الضوئية الأولى في شبكة الاتصالات التجارية عام ١٩٧٧، وذلك أثناء فترة ذروة الحواسيب الصغيرة minicomputers وبداية الحاسوب الشخصي. يتكون الليف من قلب core زجاجي وطبقة تحيط به تسمى الرداء cladding، وللقلب والرداء قرينتا انكسار[٣] of indices refraction تختاران بدقة لضمان انعكاس الفوتونات المنتشرة في القلب عند الحد الفاصل للرداء على الدوام. وبذلك يكون السبيلان الوحيدان لدخول الضوء إلى القلب وخروجه منه هما نهايتي الليف. ولكي نفهم الفيزياء التي يعمل الليف بموجبها، تخيل النظر إلى حوض ماء ساكن. إذا نظرت مباشرة نحو الأسفل، رأيت قعر الحوض. أما عند زوايا نظر قريبة من سطح الماء، فكل ما يُرى هو ضوء منعكس. إن المرسل ــ وهو إما ثنائي (ديود) diode مشع للضوء أو ليزر ــ يرسل في الليف بيانات إلكترونية جرى تحويلها إلى فوتونات بطول موجة يتراوح ما بين ١٢٠٠ و ١٦٠٠ نانومتر.

وقد أصبحت اليوم بعض الألياف على درجة من النقاوة تمكِّن إشارات الضوء من الانتشار عبرها إلى مسافة تصل حتى ٨٠ كيلو مترا دون الحاجة إلى تضخيم. لكن الإشارة تبقى بحاجة إلى التقوية في بعض النقاط. لقد كانت الخطوة المهمة التالية على الطريق نحو شبكة ضوئية صرفة في بدايات تسعينات القرن العشرين عندما حققت التقانة تطورات مذهلة. في ذلك الوقت، تمت الاستعاضة عن الإلكترونيات المستخدمة في تضخيم الإشارة بقِطَعٍ من الليف المحقون بإيونات (شوارد) عنصر الإربيوم erbium النادر. فعندما تُحَرَّض الألياف المشوبة

بالإربيوم بوساطة مضخة ليزرية، يمكن للإيونات (للشوارد) المحرَّضة إنعاش الإشارة الخافتة. وقد غدت هذه المضخمات أكثر من مجرد مثبتات للأنابيب الضوئية؛ إنها تجدد الإشارة دون أي تحويل ضوئي ــ إلكتروني، وتستطيع فعل ذلك من أجل إشارات سرعاتها عالية جدا وتنقل عشرات الجيگابتات في الثانية. ولعل الأهم من ذلك هو أنها تستطيع رفع طاقة كثير من أطوال الموجات في آن معا.

إن هذه القدرة على تمرير عدد من أطوال الموجات في آن معا، مكّنت من تطوير تقانة أدت إلى حدوث نشاط جنوني بين شركات الشبكات الضوئية في الأسواق المالية. فبعد أن تتمكن من تضخيم شدة موجات ذوات أطوال متعددة، فإن الشيء التالي الذي ترغب في فعله هو حشر أكبر عدد ممكن من أطوال الموجات في الليف، مع تحميل كل طول موجة أكبر قدر ممكن من البيانات. وتدعى التقانة التي تفعل ذلك التضخيم الكثيف بالتقسيم الموجي dense wavelength division multiplexing DWDM وهو اسم نموذجي في اللغة التقانية.

وقد أدى التضخيم الكثيف بالتقسيم الموجي (DWDM) إلى انفجار في عرض النطاق. فباستخدام تقنية التضخيم، تتضاعف سعة الليف بمقدار عدد أطوال الموجات فيه، تلك الموجات التي يستطيع كل منها حمل كميات من البيانات تفوق بكثير من كان يستطيع ليف واحد نقله من قبل. ومن الممكن اليوم إرسال ١٦٠ ترددا (طول موجة مختلف) في آن معا، الأمر الذي يوفر عرض نطاق يبلغ ٤٠٠ جيگابتة في الثانية على ليف واحد. وقد نشرت كل شركة من شركات الاتصالات الرئيسية النظام DWDM، موسعة بذلك سعة الليف الموجود تحت الأرض، بتكاليف أقل من

نصف تكاليف تمديد كبل جديد، ومنجزة تركيب التجهيزات خلال جزء من الزمن اللازم لحفر ثقب.

وفي هذه الأثناء، تشير التجارب المختبرية إلى إمكان استخدام المزيد من سعة الليف – دستات من أطوال الموجات المختلفة التي يحمل كل منها ٤٠ جيگابتة في الثانية أو أكثر، بمعدل نقل فعال يصل إلى بضعة ترابتات treabit في الثانية (لقد نشرت الشركة Enkido وصلات تجارية تتضمن أطوال موجات تبلغ ٤٠ جيگابتة في الثانية). وتزايد سعة الليف لن يتوقف قريبا، وقد تصل تلك السعة إلى نحو ٣٠٠ أو ٤٠٠ ترابتة في الثانية؛ ومع التطورات التقانية الجديدة، ربما تتجاوز السعة حاجز البِتابتة barrier petabit the.

إلا أن شبكات الاتصالات لا تتألف من وصلات تربط نقطة A بنقطة B فحسب، وهناك حاجة إلى مبدالات switches تسيِّر تيار البيانات الرقمية إلى وجهته النهائية. إن أنابيب المعلومات الهائلة التي تعج بها منصات الاختبار في المختبرات سوف تكون عديمة الفائدة إذا جرى تسيير التيارات الضوئية باستخدام المبدالات الإلكترونية المعهودة. ففعل ذلك يتطلب تحويل إشارة تحمل عدة ترابتات إلى عشرات أو مئات الإشارات الإلكترونية المنخفضة السرعة. ثم يجب إعادة تحويل الإشارات، بعد تسييرها إلى فوتونات وتضميمها معا في قنوات ضوئية تُرسَل بعدئذ عبر ليف تم تحديده.

لقد سببت تكاليف المبدالات الإلكترونية المرتفعة وتعقيداتها الكبيرة اندفاعا جنونيا نحو إيجاد وسائط لإعادة تسيير أطوال موجات منفردة أو مجتمعة ضمن الإشارة الضوئية في الليف من مسار إلى آخر من دون الحاجة إلى التحويل الإلكتروضوئي. فأعضاء فِرق البحث، التي غالبا ما تكون في ورشات مبتدئة

صغيرة، يعبثون بمرايا ميكروسكوبية وبكريستالات سائلة وبليزرات سريعة من أجل ابتكار مبدالات ضوئية محضة. [انظر: "ارتقاء الابتدال الضوئي" في هذا التقرير الخاص].

إلا أن الابتدال الضوئي الصرف سوف يختلف اختلافا جذريا عن الابتدال في الشبكات الموجودة حاليا والتي تبتدل مجموعات بتات بيانات إفرادية، مثل بتات رزم packets بروتوكول الإنترنت IP Protocol Internet . إنها مهمة سهلة بالنسبة إلى الإلكترونيات في المسيِّرات routers أو في مبدالات الهاتف الكبيرة أن تقرأ العنوان الموجود على الرزمة والذي يدل على وجهته.

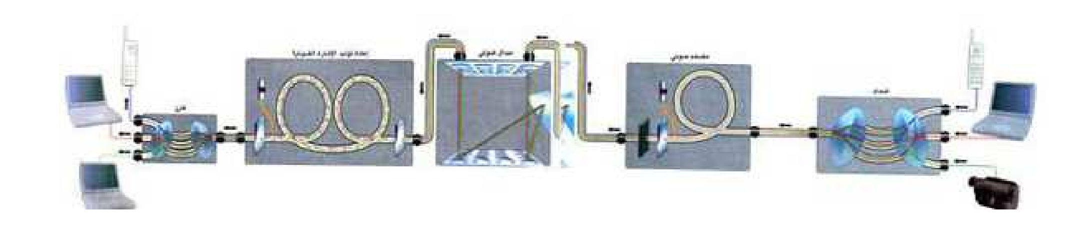
أما المعالجات الفوتونية، وهي الآن في مرحلة التطور ذاتها، التي كانت عليها الإلكترونيات في ستينات القرن العشرين، فقد أبدت مقدرة على قراءة رزمة البيانات في تجارب مختبرية فقط.

ترجع المبدالات الضوئية switches optical التي يجري تسويقها إلى الأجيال الأقدم من الأجهزة الإلكترونية. فهي ستبتدل دارة [انظر: "تسيير رزم البيانات باستخدام الضوء" في هذا التقرير الخاص] طول موجة أو ليف كامل ــ من مسار إلى آخر، تاركة الرزمة الحاملة للبيانات في الإشارة من دون تغيير. وتقوم إشارة إلكترونية بوضع المبدال switch في الوضعية الملائمة التي تسيِّر ليفا واردا ــ أو طول موجة ضمن ذلك الليف ــ نحو ليف صادر. إلا أنه لن يحوّل أيًّا من أطوال الموجات إلى إلكترونات من أجل المعالجة.

لكن الابتدال الضوئي في الدارات ليس إلا خطوة مؤقتة. فمع تزايد سرعة الشبكات، يمكن لشركات الاتصالات أن تطلب ما يمكن أن يكون بمثابة لمسة تتويج

للشبكة الضوئية الصرفة، حيث تخضع رزم البيانات الإفرادية لعملية الابتدال باستخدام المعالجات الضوئية(٥).

لكن على الرغم من حلول الابتدال الضوئي الرزمي، ستبقى الرزم الإفرادية بحاجة إلى أن تُقرأ وتُسيَّر عند حافات الشبكات الضوئية التي تربطها بشبكات الهاتف المحلية بالقرب من أمكنة إرسالها أو استقبالها. وفي الوقت الراهن، ستبقى هذه المهمة من مهام المسيِّرات الإلكترونية التي توفرها شركات من أمثال Cisco Systems. ومع ذلك، سوف يشجع تطور الشبكات الضوئية التغيرات في الطرائق التي تُصمَّم الشبكات بها. ويمكن للابتدال الضوئي في نهاية المطاف الموجودة حاليا والقائمة على معيار الاتصالات الواسع الانتشار المسمى الشبكة الضوئية المتزامنة SONET Network Optical Synchronous المعتمِد على الإلكترونيات من أجل تحويل رزم البيانات ومعالجتها إفراديا. وقد يحصل ذلك مترادفا مع الاضمحلال التدريجي لنمط النقل اللامتزامن Transfer Asynchronous ATM Mode ، وهو معيار آخر تستخدمه شركات الهواتف لتكوين رزم البيانات.



تقانات للشبكات الضوئية كليا

إن شبكات الموجات الضوئية ستجمع الإشارات الضوئية وتضخمها وتبتدلها switchوتستعيدها من دون تحويلها إلى إشارات كهربائية من أجل معالجتها. يأخذ الضمام DWDM multiplexer أطول موجات الضوء المختلفة ويضعها على وصلة ليف منفرد. ويقوم مضخم ضوئي بتقوية الإشارات، ويعمل المبدال switch الضوئي على تسيير أطوال الموجات المختلفة، وتجري استعادة أشكال النبضات وتواقتها في الإشارة بواسطة مضخم يعيد توليد تلك الإشارة، ثم يفصل الفارز demultiplexer أطوال الموجات

إن شبكات الموجات الضوئية ستجمع الإشارات الضوئية وتضخمها وتبتدلها switchوتستعيدها من دون تحويلها إلى إشارات كهربائية من أجل معالجتها. يأخذ الضمام DWDM multiplexer أطول موجات الضوء المختلفة ويضعها على وصلة ليف منفرد. ويقوم مضخم ضوئي بتقوية الإشارات، ويعمل المبدال switch الضوئي على تسيير أطوال الموجات المختلفة، وتجري استعادة أشكال النبضات وتواقتها في الإشارة بواسطة مضخم يعيد توليد تلك الإشارة، ثم يفصل الفارز demultiplexerأطوال الموجات ويرسل المكالمات الهاتفية والملفات الحاسوبية والصور الڤيديوية إلى مستقبليها.

ويرسل المكالمات الهاتفية والملفات الحاسوبية والصور الڤيديوية إلى مستقبليها.

وفي هذا العالم الجديد، يمكن لأي نوع من الحركة، سواء كان صوتا أو صورة أو بيانات، أن ينتقل على شكل رزم پروتوكول الإنترنت IP. وأحد التطورات في ميدان الاتصالات التي جرى التطلع إليها خلال ما لا يقل عن عشرين عاما، سوف يكتمل. "سوف تكون شبكة بيانات، وكل شيء عدا ذلك من صوت أو صورة سوف

يكون تطبيقات تمر عبر شبكة، " هذا ما يقوله مراقب عريق لمسرح الاتصالات ومدير بحوث لدى شركة التطوير التقاني Telcordia.

عندما نتصل هاتفياً سوف تنتقل المكالمة على شكل رزم پروتوكول الإنترنت عبر شبكة جيگابتة إثرنت Ethernet Gigabit، وهي شكل من أشكال الشبكة المحلية الواسعة الانتشار (LAN) مصمم لوصلات الاتصالات الفائقة. وتُحمل شبكة جيگابتة إثرنت بدورها على ليف يستخدم التضميم بالتقسيم الموجي. لكن نقاد هذا النهج يتساءلون عما إذا كانت مثل هذه الشبكة سوف توفر خدمات ذات نوعية تضاهي نوعية الخدمات التي توفرها الشبكتان ATM و SONET وتضاهي قدرتهما على إعادة تسيير الاتصالات أوتوماتيكيا عندما يحصل قطع في وصلة الليف.

ومع ذلك، سوف تكون الحياة أبسط. وسوف تصبح شبكة الهاتف شبكة محلية كبيرة فحسب. وهنا يمكنك ببساطة أن تضع بطاقة إثرنت في حاسوب أو في جهاز هاتف أو تليفزيون، وهذا حل أرخص كثيرا، ماليًّا وزمنيًّا، من تركيب تجهيزات توصيل شبكة SONET جديدة. حتى إن بعض الشركات تستعد لليوم الذي سيسود فيه البروتوكول IP. لقد قامت شركة الاتصالات المسماة Level ٣ Communications والمتمركزة في دنڤر بنشر شبكة ألياف دولية يزيد طولها على ٢٠ ألف ميل في الولايات المتحدة وخارجها.

ومع أن الشبكة ما زالت تعتمد على الشبكة SONET، يتطلع رئيس الشركة ومديرها التنفيذي <J. O. كراو> إلى اليوم الذي يتلاشى فيه هذا التراث من شبكات الهواتف إلى لا شيء. إنه يقول: "سوف يكون هناك البروتوكول IP على إثرنت Ethernet على ألياف ضوئية."

الاتصالات في الجوال(الموبايل)

كما نعلم ان شبكة الهاتف الجوال تدعى GSM وهي مختصر الى
(Global system for mobile) تتكون شبكة الموبايل من عدة عناصر هذه
العناصر ترتبط مع بعضها عن طريق ال Microwave links وتكون ما يدعى
بال radio relay network عناصر المهمة لل GSM هي ال BTS , BSC و
MSC

BTS

وهو مختصر الى Base Transceiver station وهو البرج الذي كلنا نشاهدة في
اعلى المباني يحتوي هذا البرج على السكتر انتنة والمايكرويف انتنة
و indoor and outdoor unitوضيفة هذا البرج هو توفير التغطية الى منطقة
معينه يكون شكل هذا المنطقة سداسي الشكل في النظري ويتراوح
قطر هذه الخلية من ٢٠٠ متر الى ٧٠ كيلومتر يعتمد حجمها على عدد المستخدمين
اذا كان عدد المستخدمين كبير يكون حجم هذه الخليه صغير والعكس صحيح
اما السبب وذلك الان الترددات محدوده عند استخدام تقنية ال TDMA التي
تستخدمها منظومة ال gsm

BSC

وهو مختصر الى Base station collector وتتصل عدة BTS مع ال BSC عند
طريق microwave links وضيفه هذا الجزء هو المسؤل
عن عمليه التحكم في ال BTS وهو المسؤل عن عملية ال handover عند انتقال
الموبايل من خلية الى اخرى

MSC

وهي البداله الرئيسية المسؤله عن عملية تحويل الاتصال من bts في خلية معينه الى btsاخر تتصل اجزاء منظومة ال gsm مع بعضها عن طريق الميكرويف لنك لذلك نلاحظ ان كل برج اتصال لا يخلو من المايكرويف انتنه الدائرية الشكل سنبدا اولا بعمل line of sight و ال first fresnel zone تنتقل الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ بشك مستقيم السبب في ذلك هو عدم وجود اي شئ يعيق هذا الموجات اثناء انتقالها في الفضاء اما في الغلاف الجوي داخل الارض فلا تنتقل الموجات الكهرومغناطيسية بصورة مستقيمة وذلك بسبب اعاقة جزيئات الغلاف الجوي لهذه الموجات بالاضافة الى عوامل اخرى في الغلاف الجوي مثل وجود الضباب وجزيئات التراب هذه العوامل كلها لها تائثير على انتقال الموجات الكهرومغناطيسية في الغلاف الجوي .

تدعى الموجات الكهرومغناطيسية بهذا الاسم الانها موجات ناتجة عن تعامد المجال الكهربائي على المجال المغناطيسي وان هذه الموجات تتاثر بطبقات الغلاف الجوي وكما نعلم بان طبقات الغلاف الجوي العليا تكون اقل كثافة من طبقات الغلاف الجوي السفلى لذلك فان مسار هذا الموجة يكون على شكل بيضوي هذا الشكل البيضوي تنتقل خلالة الموجه الكهرومغناطيسية بحسب الظروف الجوية وظروف اخرى

مثل(k factor) تدعى هذه المنطقة التي تتمثل بالشكل البيضوي بال fresnel zone ومن الشروط الواجب توفرها في radio relay network هو توفر line of sightوكذلك يجب ان لا يعترض طريق ال fresnel zone اي عائق هنا يجب ان ننتبة ويجب ان نضع في الحسبان ال first fresnel zone عندما نصمم

مايكرويف لنك بالاضافة الى ال line of sightfirst fresnel zone تختلف قيمتها باختلاف التردد حيث انها تقل كلما ازداد التردد والمعادلة الاتية تبين لنا كيفية ايجاد قيمتها

حيث ان

Fهو التردد بالكيكا هرتز

Dهي المسافة بين البرجين

d1,d2هي كما موضحة في الشكل

عند تطبيق هذه المعادلة على ترددين مختلفين نجد ان قطر ال first fresnel zone يزداد عند الترددات القليلة (ممكن اعتبار هذا سبب بصورة غير مباشـــرة لتفـــسير السؤال الذي يقول لماذا الترددات الصغيرة لا تحتاج الى line of sight والجـــواب وذلك الانها تنتقل بمساحه كبيرة(لان لماذا نحتاج line of sight اذا ان الموجـــات الكهرومغناطيسية تستطيع اختراق الحواجز التي امامها والا كيف تفـــسر اجرائـــك الاتصال وانت داخل البيت هل التردد ٨٠٠ ميكا هرتز يختلف عن التردد ٧ كيكـــا هرتز ؟

طبعا الجواب ان جميع الترددات تستطيع اختراق العوائق التي امامها ولكن المشكلة تكمن في الطاقة المستخدمة (transmitted power) حيث اننا نحاول قدر الامكان من تقليل الطاقة المستخدمة خصوصا في الترددات العالية مثل ٧ كيكهرتـــز و ٣٨ كيكهرتز وكذلك يجب استخادم الطاقة المناسبة للاجهزة وعدم اختيار اعلى اختيـــار من الطاقة لان ذلك سوف يسبب حالة تشبع للترانسسترات التي تتكون منها الاجهزة الالكترونية وبذلك يقل عمرها ولكن زيادة الطاقة هذا حل لا يستخدم ابدا في radio relay linksلماذا ؟ لان ذلك سوف يسبب interference وهو ما نحاول دائما ان

نهرب منه قدر الامكان ماذا عن ال) losses الخسائر) هو الخسائر الناتجة نتيجة انتقال الموجة الكهرومغناطيسية في الكوكسل كيبل وهو الكيبل الذي يربط بين الانتنة و الاندور يونت هذه الخسائر تنتج بسبب مقاومة الكيبل جزء صغير جدا من الطاقة المنتقلة في هذه الاسلاك سوف تتحول الى حرارة طبعا هنالك ايظا حسائر تنتج من الكونكتر الذي يربط الكيبل بالانتنة او اي كونكتر موجود في المنظومة ولكن هذه الخسائر تكون قليلة جدا بحيث انها قد تصل الى نصف dB او اقل في بعض الاحيان يمكن تجاهلها هنالك نقطة مهمة وهي انة كلما زاد طول السلك زاد هذا النوع من الخسائر .

DB

(dB) وهي وحدة قياس تستخدم في علم الاتصلات خصوصا وهنالك عدة وحدات مشتقة من هذه الوحدة مثل dBm,dBi and dB وهي عبارة عن logarithmic with the number base 10هنالك الكثير من العمليات التي نتتطيع القيام بها باستخادم ال dB وهذا العمليات لا نستطيع التعامل معها باستخادم الوحدات الخطية (linear units)مثال على ذلك عند استخادم ال dB نستطيع جمع الربح مع الخسارة طبعا غالبا الربح ياخذ علامة الجمع (+) قبل الرقم والخسارة تاخذ علامة الطرح (−) اما بالنسبة للوحدات المشتقة وهي

dBm

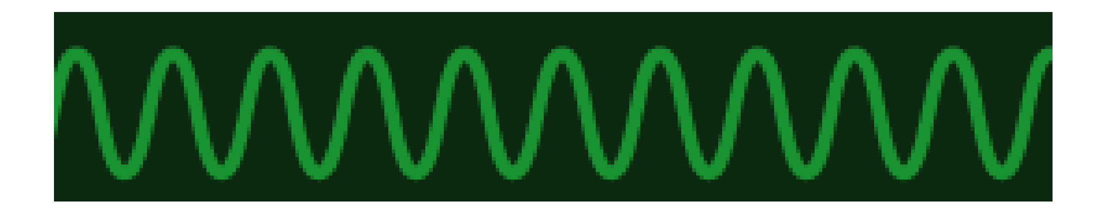
وهي وحدة قياس تستخدم غالبا لقياس كمية الطاقة المبثوثة في الطرب الباث للاشارة وهنا اقصد بها ال (transmitted power) وهي مختصر الى ديسيبيل اوفر ميلي واط (decibel over m watt)

dBi

وهي وحدة قياس تستخدم غالبا لقياس الربح في الانتنة (gain) وذلك بمقارنة ربح انتنة معينة مع انتنة افتراضية (نظرية Ideal or isotropic antenna) وهذا الانتنة هي عبارة عن نقطة تبث وتستلم في جميع الاتجاهات بنفس الكمية وبنفس الوقت طبعا لا توجد مثل هذه الانتنة في الحقيقة dBi هي مختصر الى ديسيبيل اوفير ازيوتروبك انتينا(decibel over isotropic antenna) طبعا المطر يعتبر من الخسائر التي تتعراض لة الاشارة .

الجوال (الموبايل)

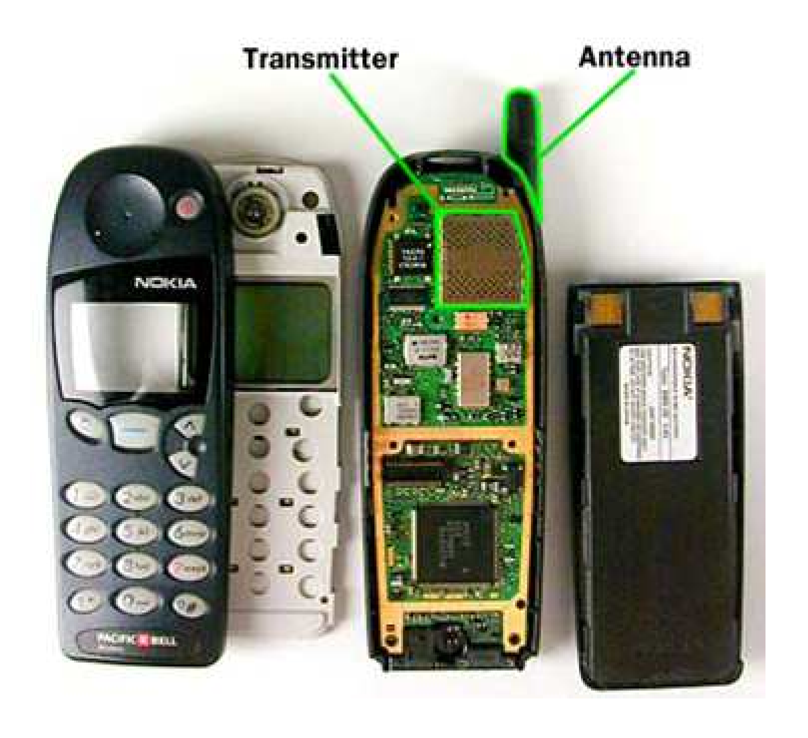
عند التحدث عبر الجوال فإن جهاز الارسال في الجوال يقوم باستقبال الاشارة الصوتية الصادرة عن المتحدث ويقوم بتحويلها وبتشفيرها ثم تحميلها على موجة جيبية متصلة كما هي موضح في الشكل ادناه.



الموجة الجيبية

الموجة الجيبية عبارة عن موجة تنبعث من الانتينا antenna تتذبذب باستمرار وتنتشر في الفراغ تتحدد خصائص الموجة الجيبية وتقاس بترددها frequency والذي يعرف على انه عدد الاهتزازات التي تعملها الموجة في الثانية .

عندما يتم تحميل الاشارة الصوتية المشفرة على الموجة الجيبية فانها تكون جاهزة للارسال من خلال المرسل transmitter عبر الانتينا كما هو موضح في الشكل ادناه



يستخدم الجوال مرسل transmitter ذو طاقة ضعيفة فعلى سبيل المثال في السيارات المزودة باجهزة الجوال اللاسلكي تصل طاقة الارسال فيها إلى ٣ وات، في حين أن الجوال اليدوي الذي نستخدمه فإن طاقة الارسال فيه تتراوح بين ٠,٧٥ إلى ١ وات فقط. ويكون موضع المرسل في داخل الجوال حسب الشركة المصنعة ولكن في الأغلب يكون بجوار الانتينا كما هو في الشكل اعلاه.

الأمواج الراديوية التي تحمل الاشارات الصوتية المشفرة عبارة عن أشعة كهرومغناطيسية تنتشر بواسطة الانتينا. ووظيفة الانتينا في أي جهاز ارسال هو بث أمواج الراديو التي يصدرها المرسل في الفراغ. وفي حالة الجوال يتم التقاط تلك الامواج مرة اخرى عبر الانتينا من قبل أجهزة الاستقبال في ابراج محطات الجوال لتوجيهها إلى الجوال الذي تم الاتصال معه.

الأشعة الكهرومغناطيسية

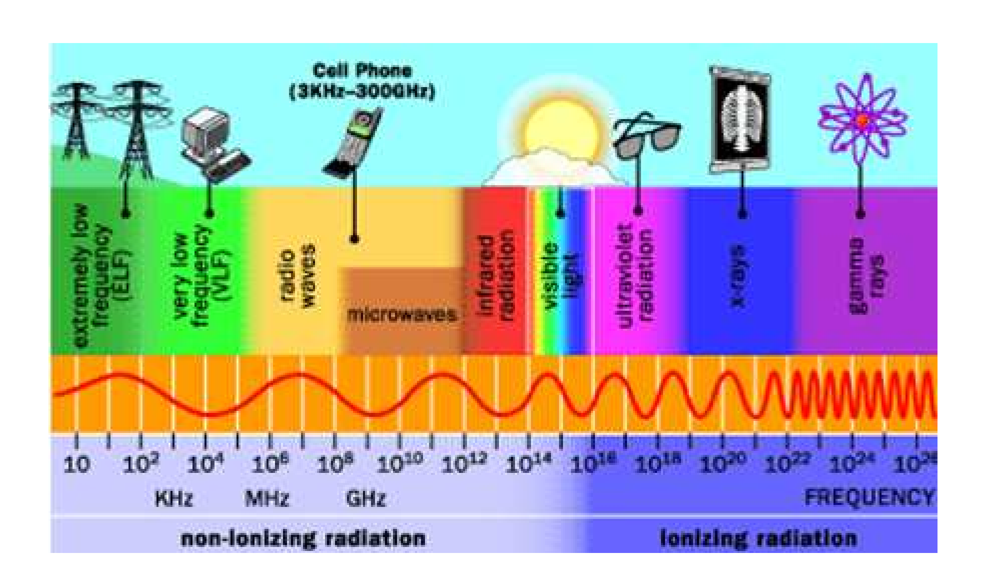
الأشعة الكهرومغناطيسية أو الطيف الكهرومغناطيسي أو الأمواج الكهرومغناطيسية كلها مسميات تحمل نفس المعني وحين التحدث عن جزء خاص من هذه الأشعة الكهرومغناطيسية ونعطيها اسم مميز مثل الضوء المرئي والمايكروويف واشعة اكس واشعة جاما وموجات التلفزيون والراديو فإن هذه التسمية الخاصة وضعت لتميز منطقة محددة من الطيف الكهرومغناطيسي فمثلاً نطلق اسم اشعة اكس على الاشعة التي لها طول موجي في حدود 1-10 انجستروم (وحدة قياس الطول في الابعاد المتناهية في الصغر والانجستروم يساوي 10^{-10} متر) وكذلك الحال في اشعة الراديو فهي كلها عبارة اشعة الكهرومغناطيسية Electromagnetic Radiation وكلها لها نفس الخصائص ولكنها تختلف في الطول الموجي Wavelength أوالتردد Frequency

الاشعة الكهرومغناطيسية تنتشر في الفراغ بسرعة ثابتة هي سرعة الضوء وقيمتها $3x10^{8}m/s$ وهي سرعة كبيرة جداً بدليل ان الاشعة الكهرومغناطيسية تستطيع ان تلف محيط الكرة الارضية ٧ مرات بمجرد ان تنتهي من نطق كلمة واحد. وتنتقل هذه الاشعة في الفراغ وتنقل الطاقة من المصدر source إلى المستقبل receiver. وقد تم اكتشاف هذه الاشعة على مراحل حيث كان العالم هيرتز Hertz 1887 أول من عمل في هذا المجال وكان في ذلك الوقت فقط اشعة

الراديو والاشعة المرئية ومن ثم تم اكتشاف باقي الطيف الكهرومغناطيسي من خلال الملاحظات والظواهر الفيزيائية العديدة .

كما يجب ان نعلم أن الاشعة الكهرومغناطيسية لها طاقة تتناسب طردياً مع التردد وعكسيا مع الطول الموجي من خلال المعادلة طاقة الاشعاع الكهرومغناطيسي = ثابت بلانك x التردد

نستنتج من ذلك أنه كلما زاد التردد ازدادت طاقة الأشعة الكهرومغناطيسية، وعليه فإن طاقة أشعة جاما أكبر ما يمكن في الطيف الكهرومغناطيسي وكما نعلم أن جسم الانسان يتحمل طاقة اقصاها طاقة الطيف المرئي وتعتبر طاقة الطيف فوق الازرق ultra-violet ضارة وتسبب حرق لخلايا الجسم وكذلك طاقة اشعة اكس تستطيع اختراق جلد البشري والتعرض لها يسبب خطورة كبيرة.



الطيف الكهرومغناطيسي

نلاحظ من الشكل السابق للطيف الكهرومغناطيسي أن أشعة الميكروويف تقع في مدى الترددات الأقل من تردد الضوء المرئي وهذا يعني ان طاقة أشعة الميكروويف أقل من طاقة الضوء المرئي كما أنها تقع ضمن المنطقة المحددة بالأشعة الغير مؤينة non-ionizing radiation.

مخاطر الاشعة المنبعثة من الجوال على الانسان

كل الهواتف المحمولة تبعث قدراً من الاشعة الكهرومغناطيسية التي تحدثنا عنها سابقاً، والابحاث التي يقوم بها العلماء تعتمد على تحديد الكمية التي لو تعرض لها الدماغ فإن هذه الاشعة تصبح غير أمنة للانسان، وكذلك تحديد مخاطر تعرض الانسان لتلك الأشعة الصادرة من أجهزة الجوال على المدى الزمني البعيد.

يمكن تقسيم الاشعة الكهرومغناطيسية إلى نوعين هما:

١. اشعة مؤينة radiation Ionizing وهي تلك الاشعة التي تحتوي على قدر من الطاقة كافي لانتزاع الذرات والجزيئات من الخلايا الحية، وتعتبر اشعة جاما واشعة اكس من الاشعة المؤينة. وهذا الاشعة بدون شك تسبب اضراراً على الخلايا الحية.

٢. اشعة غير مؤينة Non-ionizing radiation وهي اشعة امنة ولا تشكل خطر على الانسان. ولكن تسبب ارتفاع درجة حرارة الجزء من الجسم الذي يتعرض لها. ومن هذه الاشعة امواج الراديو والضوء المرئي وامواج الميكروويف.

الابحاث العلمية اثبتت عدم وجود اية مخاطر للاشعة المنبعثة عن الجوال على صحة الانسان، ولكن هذا لا يعني انه لا يوجد اي ضرر من استخدام الجوال، فالاشعة الصادرة من الجوال هي من نوع اشعة الراديو RF وقد ثبت التأثير الضار لاشعة الراديو المركزة على خلايا الانسان، حيث ان لهذه الاشعة القدرة على تسخين الخلايا التي تتعرض لها بنفس فكرة امواج الميكروويف التي تستخدم في الافران لتسخين الاطعمة.

وبالتالي فإن الضرر من هذه الاشعة يكمن في الاثر الحراري الذي تحدثه تلك الاشعة في الخلايا التي لا تستطيع تبديد الحرارة الزائدة بسهولة مثل الخلايا الموجودة في العين، حيث ان معدل تدفق الدم فيها قليل. هذا بالاضافة الى التأثير على المدى الزمني البعيد والعلماء والباحثون حتى هذه اللحظة لا يجزمون بنفي او اثبات ضرر اشعة الجوال على جسم الانسان، وبعض الدراسات ربطت بين الامراض التي يصاب بها الانسان واستخدامه للجوال ومن هذا الامراض هي السرطان وورم الدماغ والصداع والضعف العام الزهيمر.

كيفية عمل تقنية GBRS تحديد المواقع بواسطة الجوال!

افترض انك على موعد مع مقابلة للعمل في وظيفة ما في شركة وفجأة اكتشفت انك تسير في الطريق الخطأ وانك ضعت. إن أول فكرة سوف تخطر على بالك للخروج من هذا المأزق هو أن تتصل بالشركة لتسألهم على العنوان الصحيح. ولكن ماذا يحدث لو انك لا تعلم بالضبط أين أنت لذلك فان اتصالك بالشركة لن يكون مجدياً .



ولكن افترض انك سوف تستخدم هاتفك ولكن بطريقة مختلفة لتتمكن من معرفة موقعك بالتحديد وتحصل على معلومات توجهك للعنوان شارع بشارع إلى أين أنت

ذاهب. التلفونات المحمولة الحديثة الآن مزودة بنظام تحديد المواقع global positioning systemوالتي تعرف اختصاراً .GPS وباستخدام برامج محددة حسب نظام الخدمة المزودة من قبل الشركة المزودة لخدمات الجوال تستطيع تحديد موقعك بالضبط وبدقة عالية وتستطيع تحديد اتجاهك وتوجيهك للعنوان الذي تنوي الذهاب إليه من خلال خرائط خاصة بالشوارع والطرقات .

أساسيات الجوال

يعتبر الجوال جهاز راديو متطور ذو اتجاهين. المحطات الرئيسية والأبراج موزعة في المنطقة على شكل خلايا تعمل مع بعضها البعض كشبكة متصلة تستقبل وترسل إشارات الراديو. أجهزة الجوال تحتوي على مرسل ذو قدرة منخفضة تتبادل المعلومات مع اقرب برج. وعندما تتحرك من مكان إلى أخر فأنت في هذه الحالة تتحرك من خلية اتصال إلى خلية أخرى وتقوم المحطة الأرضية بمتابعة قوة الإشارة على جوالك، فإذا اقتربت من حافة الخلية فان الإشارة سوف تضعف ولكن في نفس الوقت سوف تقوم المحطة الأرضية في تلك الخلية سوف تلاحظ ذلك وسوف تقوم بنقلك إلى الخلية المجاورة .

ولتحديد موقعك على الكرة الأرضية فان جهاز استقبال إشارة GPS عليها أن تحدد ما يلي :

(1)مواقع ثلاثة أقمار اصطناعية فوقك .

(2)أين أنت بالنسبة لهذه الأقمار الثلاثة .

يستخدم جهاز استقبال GPS طريقة هندسية تعرف باسم trilateration لتحديد موقع الجسم، ولتوضيح فكرة عمل هذه الطريقة في تحديد الموقع اطلع على العرض الفلاشي الموضح في الشكل التالي :

أجهزة الجوال المزودة بنظام GPS

معظم أجهزة الجوالات التي تباع حاليا في الولايات المتحدة الأمريكية مزودة بنظام استقبال .GPS كما إن هناك أجهزة استقبال GPS يمكن توصيلها مع الجوال بواسطة أسلاك أو من خلال اتصال بلوتوث Bluetooth وهذه الأجهزة مزودة ببرامج مصممة بلغة جافا لتعطيك معلومات كاملة وتفاصيل دقيقة عن خريطة المنطقة المتواجد بها في تلك اللحظة. كما تزودك بالأماكن الهامة إذا كنت غريب عن المكان كان تتعرف على اقرب محطة وقود او اقرب دار سينما أو اقرب مطعم أو متجر أو استراحة أو فندق. ولتستطيع الاستفادة من نظام استقبال GPS يتوجب توفر ما يلي :

(1) جهاز جوال مزود بنظام استقبال .GPS
(2) خرائط بالأقمار الاصطناعية مفصلة وبيانات حول المنطقة التي تتواجد فيها .
(3) برامج للتعامل مع الخرائط ونظام استقبال .GPS

الاستخدامات الأساسية لأجهزة الجوال المزودة بنظام GPS هي :

The Wherifone GPS locator phone

كما إن نظام الاتصال بالجوال يعتمد على أمواج الراديو فان نظام تحديد المواقع يعتمد على الجوال أيضا. ولكن بدلا من استخدام الأبراج الأرضية لإجراء الاتصالات وتبادل المعلومات فانه عوضا عن ذلك يتم استخدام الأقمار الصناعية التي تدور حول الكرة الأرضية. ويوجد بالتحديد ٢٧ قمر صناعي مخصص لنظام تحديد المواقع تدور حول الكرة الأرضية منها ٢٤ قمر أساسية و٣ أقمار احتياطية في حالة تعطل أي قمر من الأقمار الرئيسية .

انتقال الرسائل في الجوال(الموبايل)

تكنولوجيا إرسال الرسائل القصيرة هي خدمة تسمح للمشتركين بإرسال واستقبال البيانات عبر هواتفهم الجوالة . وتمر الرسائل القصيرة بمرحلتين: الأولي هي إرسال الرسالة من هاتف المرسل الجوال حتى استقبالها في مركز خدمة الرسائل القصيرة ،و تسمي المكالمات الناشئة من الجوالMobile Originated ،وفيها تمر المكالمة من جهاز الهاتف الجوال إلى وحدة تسجيل موقع الزائر Visitor Location RegistryVLR،وهي تطلق على المشترك لفظ زائر ؛ لأنه يتنقل في حركته من وحدة لأخرى فيما يشبه الزيارة المؤقتة ،ومنها إلى الوحدة الرئيسية لتسجيل المواقع Home Location RegistryHLR التي تمررها في النهاية إلى مركز خدمة الرسائل القصيرة .

والمرحلة الثانية تسمى الرسائل المنتهية إلى الجوال Mobile Terminated وهي تبدأ من مركز خدمة الرسائل القصيرة ،وتنتهي بالجهاز المستقبل للرسالة أيا كان موقعه أو الشبكة التابع لها ،وفيها تمر الرسالة من مركز خدمة الرسائل القصيرة

إلى الوحدة الرئيسية ؛ لتسجيل المواقع إلى وحدة تسجيل موقع الزائر ومنها إلى جهاز الجوال صاحب الرقم المطلوب .

وتتم كل العمليات بشكل منطقي .. فجميع الأجهزة المتصلة بالشبكة على اتصال مستمر ببعضها ، وبالتالي فكل المعلومات متواجدة بشكل مستمر ومتوافرة لحظة بلحظة ،الأمر الذي يعني أن كل قسم من الشبكة تتوافر لديه آليا أي معلومات يمكن أن يطلبها في أي وقت عن أي مشترك ما دام هذا المشترك في نطاق الشبكة ، ولا تستغرق كل تلك الخطوات سوى أجزاء من الثانية .

والاتصالات التي تجري عبر شبكات النظام العالمي للاتصالات تتم على أنواع مختلفة من القنوات من بينها قناة لمرور المكالماتTraffic Channel ،وهي مخصصة لنقل الصوت و قناة للتحكمControl Channel ،وهي القناة التي تنقل الرسائل القصيرة .

عندما يقوم أحد المشتركين بإرسال رسالة ،فإنه يقوم بطلب رقم مركز خدمة الرسائل القصيرة ، وهكذا يقوم السنترال على الفور بتوجيهها إلى المركز الذي يستقبلها ،ويقوم بتخزينها على قاعدة بياناته . وعلى الفور يبدأ التعامل مع الرسالة لتحديد مصيرها النهائي ،وهنا يتصل مركز خدمة الرسائل بالوحدات التابعة له ،فيرسل إلى الوحدة الرئيسية ؛ لتسجيل المواقع طلبا بالحصول على معلومات توجيه المكالمة ،وهذه الوحدة تختزن أحدث المعلومات عن مواقع الهواتف الجوالة الموجودة على الشبكة ،وهي تستمد معلوماتها من وحدات تسجيل مواقع الزوار التي تعمل لحظة بلحظة على مراقبة أجهزة الجوال ومتابعة خط سيرها وتنقلها من منطقة إلى أخرى في نطاق الشبكة ،ثم تقوم الوحدة الرئيسية لتسجيل المواقع بالرد على مركز خدمة الرسائل القصيرة برسالة تحدد له فيها موقع المشترك ،فيقوم مركز

الرسائل بالتصرف بناء على تلك المعلومات ،ويرسلها في عملية تسمي Forward SMS Messageإلى وحدة تسجيل مواقع الزوار ،التي يوجد بها كود الموقع الموجود به المشترك ،وبالتالي يتم توجيه الرسالة إلى رقم الهاتف المطلوب . وكلما غير المشترك مكانه أثناء تجوله داخل نطاق الشبكة التابع لها فإن جهازه الجوال يرسل إشارات ،تقوم الشبكة على أساسها بالتعرف على التغيير الذي حدث في موقعه أولا بأول.

من الشبكة إلى الجوال

عندما تصل الرسالة إلى مركز خدمة الرسائل ،فإنه يستخدم عدة تطبيقات مختلفة أو حلول تختلف من تكنولوجيا لأخرى ،ومن شركة لأخرى حسب الإعدادات التي تقررها الشركة المقدمة للخدمة . فأحيانا لا يقوم بإرسال الرسالة على الفور ،بل يقوم بتخزينها على ذاكرة مركز خدمة الرسائل القصيرة ،ثم إرسالها ،وهذا التخزين يفيد في حالة عدم وصول الرسالة إلى الجهة المطلوبة منذ المرة الأولى أو إذا كان الهاتف المطلوب مغلقا أو خارج نطاق التغطية ، إذ تقوم الشبكة في هذه الحالة بتكرار محاولات الإرسال مرة بعد مرة بناء على ما يسمى معدلات إعادة المحاولة حتى تصل الرسالة إلى غايتها. وفي حالة عدم وصول الرسالة إلى وجهتها من المرة الأولى فإن الشبكة تقوم مثلا بتكرار محاولات الإرسال خمس مرات في الساعة لمدة خمس ساعات مثلا . وتقل المحاولات تدريجيا مع مرور الأيام حتى تنتهي المهلة المحددة من جانب الشبكة للتعامل مع الرسالة.

داخل الجوال

توجد داخل جهاز الجوال عدة طرق للتعامل مع الرسائل ،وهي تختلف أيضا من شبكة لأخرى ،كما أنها تعتمد على نوع الجهاز المستخدم ،فبعض الأجهزة لا يمكنها

تخزين الرسائل ،وهناك أنواع أخرى من الأجهزة يمكنها تخزين الرسائل على ذاكرة الجهاز نفسه . ويمكن في أحوال أخرى تخزين الرسائل على شريحة الكارت SIM Card.وفي هذه الحالة فإن الشركة المقدمة للخدمة يمكنها أن تحدد عدد الرسائل المسموح بتخزينها على الشريحة ،وإذا ترك المشترك الرسائل الواردة إليه دون الغائها،فإن جهازه يرسل إشارات بأن ذاكرة الشريحة ممتلئة إلى الوحدة الرئيسية لتسجيل المواقع التي تحتفظ في ذاكرتها بهذه المعلومة ،فإذا وصلت رسالة أخرى إلى المشترك فإن الشبكة لا تحاول إرسالها إليه لعلمها المسبق بأنه لن يمكنه استقبالها . أما إذا قام المشترك بحذف بعض الرسائل فإن جهازه يرسل هذه المعلومة على الفور إلى الوحدة الرئيسية لتسجيل المواقع التي تقوم بدورها بتوجيه المعلومة إلى مركز خدمة الرسائل القصيرة تمهيدا للتعامل مع الرسائل التي يمكن أن ترد إلى المشترك.

وهناك معيار عالمي يحدد حجم الرسائل بما لا يزيد على ١٦٠ حرفا أو رقما أو رمزا . ويمكن أن تكون الرسالة نصية Text أو على شكل صور أو رسومات Binaryأو على شكل نغمات ,Tones وغيرهما وهناك تطبيقات تتيح إرسال الرسالة الواحدة إلى مشترك واحد أو إلى مجموعة مشتركين في نفس الوقت وبسعر رسالة واحدة . ومن الممكن الحصول على رسالة تأكيد تفيد بوصول الرسالة إلى وجهتها المقصودة سواء إلى هاتف آخر على نفس الشبكة ،أو على شبكة أخرى داخل أو خارج الدولة ،أو إلى بوابة الإنترنت لتتحول إلى بريد إلكتروني

ومن المعلوم أن بروتوكول الإنترنت IP مسؤول عن نقل حزم البيانات من نقطة لأخرى في الشبكة عن طريق عناوين الإنترنت .IP Address أما بروتوكول التحكم في البثTCP ،فهو مسؤول عن التأكد من وصول البيانات بشكل صحيح منذ

انطلاقها من المرسل إلى مقصدها . وفي حالة عدم وصول أي بيانات إلي وجهتها بشكل صحيح ،فإن هذا البروتوكول يستطيع أن يحس بالخطأ ،ويقوم بالتوجيه بإعادة إرسال البيانات حتى تصل في النهاية بشكل صحيح .

أما الرسائل القصيرة فتتميز بمجموعة من الخصائص الفريدة التي تميزها عن الخدمات الأخرى التي تقدمها شبكات الهواتف الجوالة؛ فهي رسائل ذات طول ثابت ومحدد ،كما أنه يمكن إرسال الرسائل على شكل رسائل ثنائية الشكل Binary Messagesالتي تستخدم لإرسال الصور و النغمات، وهي في الوقت نفسه قابلة للتقسيم .

إن آلية إرسال الرسائل القصيرة من شبكة الإنترنت إلى شبكات الهواتف الجوالة تتميز بإمكانية إرسالها أو استقبالها في نفس الوقت الذي تقوم فيه بمكالمة هاتفية أو بإرسال واستقبال بيانات أو فاكسات ،كما أن هناك بعض التطبيقات التي تدعم إرسال رسالة طويلة على شكل رسائل قصيرة متعددة ،حيث يتم تقسيم هذه الرسالة إلى مجموعة من الرسائل حتى تصل إلى الجهة المقصودة على شكل مجموعة رسائل أو إرسال مجموعة رسائل تصل إلى الجهة المقصودة على شكل رسالة واحدة طويلة ،وهذه الخاصية تعتمد على نوع التطبيقات المستخدمة في إرسال واستقبال الرسائل.

References

1. ^ Requirements for IPv4 Routers,RFC 1812, F. Baker, June 1995
2. ^ Requirements for Separation of IP Control and Forwarding,RFC 3654, H. Khosravi & T. Anderson, November 2003
3. ^ Terminology for Benchmarking BGP Device Convergence in the Control Plane,RFC 4098, H. Berkowitz *et al.*,June 2005
4. ^ BGP/MPLS VPNs,RFC 2547, E. Rosen and Y. Rekhter, April 2004
5. ^ Davies, Shanks, Heart, Barker, Despres, Detwiler, and Riml, "Report of Subgroup 1 on Communication System", INWG Note #1.
6. ^ Vinton Cerf, Robert Kahn, "A Protocol for Packet Network Intercommunication", IEEE Transactions on Communications, Volume 22, Issue 5, May 1974, pp. 637 - 648.
7. ^ David Boggs, John Shoch, Edward Taft, Robert Metcalfe, "Pup: An Internetwork Architecture", IEEE Transactions on Communications, Volume 28, Issue 4, April 1980, pp. 612-624.
8. ^ Craig Partridge, S. Blumenthal, "Data networking at BBN"; IEEE Annals of the History of Computing, Volume 28, Issue 1; January–March 2006.
9. ^ Valley of the Nerds: Who Really Invented the Multiprotocol Router, and Why Should We Care?, Public Broadcasting Service, Accessed August 11, 2007.
10. ^ Router Man, NetworkWorld, Accessed June 22, 2007.

11. ^ David D. Clark, "M.I.T. Campus Network Implementation", CCNG-2, Campus Computer Network Group, M.I.T., Cambridge, 1982; pp. 26.
12. ^ Pete Carey, "A Start-Up's True Tale: Often-told story of Cisco's launch leaves out the drama, intrigue", San Jose Mercury News, December 1, 2001.
13. ^ Oppenheimer, Pr (2004). *Top-Down Network Design*. Indianapolis: Cisco Press. ISBN 1587